

과대시기가 ‘거봉’ 포도의 과피 특성과 열과에 미치는 영향

손인창 · 김대일*

충북대학교 원예과학과

Effects of Bagging Periods on Pericarp Characteristics and Berry Cracking in ‘Kyoho’ Grape (*Vitis* sp.)

In-Chang Son and Daeil Kim*

Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Abstract. The berry growth and pericarp characteristics were characterized to confirm the effects of bagging periods on berry cracking during berry development in ‘Kyoho’ grape. The berry weight was the highest at 13.4 g in late period of bagging treated at 7 to 9 weeks after full bloom (WAFB) as compared with the lowest of 12.3 g in total period bagging. The berry cracking rate under critical turgor pressure in the non-bagging control was 53.3%, while those of bagging treatments were decreased in the order of 42.7%, 37.3%, 33.3%, and 18.7% in bagged during 3 to 9, 3 to 5, 5 to 7, and 7 to 9 WAFB, respectively. In the results of observation on histological characteristics of pericarp, berry lenticels of whole bagging treatments had smaller and normal shape compared with non-bagging control treatment. Especially on the pericarp of late period bagged during 7 to 9 WAFB, suberization around stomata and micro-cracking were not observed and structural strength of pericarp was increased with thicker sub-epidermal layer and cell wall. Therefore, the results indicate that bagging treatment for two weeks just before the veraison when the day length and daylight is relatively longer and stronger can effectively reduce berry cracking by strengthening structure of pericarp in ‘Kyoho’ grape.

Additional key words: cell wall, fruit lenticel, light transmittance, micro cracking, veraison

서 언

포도 재배 시 성숙기에 주로 발생하는 열과는 재배농가에 막대한 피해를 주는 대표적 생리장해이다. 이러한 열과는 뿌리를 통한 수분의 과도한 흡수, 높은 수분효용, 낮은 증발요구 조건 등 수체 내 수분함량의 과잉상태가 과립 내 팽압 증가로 이어져 발생한다고 알려져 있으나(Considine과 Kriedemann, 1972; Lang와 During, 1990; Yamamoto 등, 1990), 최근에는 비교적 낮은 팽압에서도 과피의 발달 정도와(Alleweldt 등, 1981; Yamamura와 Naito, 1985), 과립 표면에 존재하는 주두흔 및 과피 표면의 균열 등 과피의 구조적 약화에 의해서 열과가 발생한다고 보고되었다(Hiratsuka 등, 1989; Son 등, 2007; Yamamura 등 1986; Yu와 Kim, 1989).

특히 Son 등(2007)은 ‘거봉’과 같이 열과 감수성이 높은

4배체 품종의 주두흔과 과점이 과립비대 II-III기에 해당하는 변색기의 균열 등, 과피의 구조적 약화가 열과 발생에 밀접한 관련이 있다고 보고하였다(Borve와 Sekse, 2000; Kataoka 등, 1997). 이와 같이 과피의 구조적 약화 현상을 유발하는 여러 환경적 요인 중 광 조건은 식물체의 형태적인 변화와 밀접한 관련이 있으며, 실질적으로 과수 재배에 있어 과대를 통해 과실 및 과피의 품질을 향상시키는 연구가 진행되어 왔다(Hong 등, 1996, 1999; Kim 등, 1988).

포도는 과피 표면에 존재하는 기공이 변색기 이후 급격히 코르크화되기 때문에(Son 등, 2007) 과피 장력에 의해 기공 주위 등 과피에 균열이 쉽게 발생되어 과립의 경도 및 구조적 강도 저하로 열과 발생이 증가한다(Hiratsuka 등, 1989; Kataoka 등, 1997; Son과 Lee, 2008). 따라서 본 연구는 재배상 열과가 문제되는 4배체 ‘거봉’ 포도에서 비대기부터

*Corresponding author: dkpomo@chungbuk.ac.kr

※ Received 4 January 2010; Accepted 9 February 2010. 이 논문은 농림수산식품부/농림기술관리센터 지정 포도연구사업단의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

변색기 전까지 시기별로 과방에 봉지를 씌워줌으로써 과대가 과피의 구조적 강도에 영향을 주는 요인을 구명하는 한편, 관행의 방법과 비교하여 열과 경감 및 과실 상품성 향상에 적합한 과대법을 정립하기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 처리

충북 영동군 황간면에 위치한 비가림 시설 내 개량일자형 포도원의 15년생 '거봉' 품종을 공시하여 2006년 4월 하순부터 9월 중순까지 실험을 수행하였다. 실험에 사용한 나무는 한 주당 신초를 25개로 조절하였고, 만개기와 만개 10일 후 두 차례에 걸쳐 gibberellic acid(Samchun Pure Chemical Co. LTD)를 $25\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 으로 희석하여 과방 침지하였다. 신초 당 착과량을 1과방으로 조절하였으며, 1과방 당 60과립으로 적립하였다. 그 외의 시비 등 일반 관리는 무핵 '거봉' 포도원 표준관리법에 준하였다.

포도재배에 일반적으로 사용되고 있는 백색 포도 봉지를 이용하여 만개 후 3-5주간(early period bagging), 5-7주간(middle period bagging), 7-9주간(late period bagging), 3-9주간(total period bagging)로 구분하여 과대하였으며, 만개 9주 후인 변색기에 봉지를 제거하였다.

각 과대시기별 강수량 및 일조시간은 Fig. 1과 같다. 전기, 중기 과대처리 시기는 장마기간이었기 때문에 일조시간이 길지 않았으나 변색기 직전에는 일조시간이 상당히 길었다. 또한 각 과대 처리구별로 과대기간 중 청명한 날 정오에 LI-1600(Li-COR, Lincoln, Nebraska, USA)을 이용해 과대 봉지 내외의 광도를 측정하였다(Table 1).

과실 특성조사

과대시기별로 봉지를 씌운 후 제거하고, 만개 후 14주에 해당하는 9월 17일에 수확을 실시하였다. 각각 처리구의 생육조사 후 무작위로 20과립을 채취하여 $19.62\text{mm}^2(\text{Ø}5\text{mm})$

Table 1. Time-variant light intensities around clusters at noon as affected by bagging period.

Bagging period (WAFB ²)	Light intensity ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)		
	July 8 ^y	July 23	August 5
No bagging	435.1	437.1	449.7
3-5	188.5	437.1	449.7
5-7	435.1	208.8	449.7
7-9	435.1	437.1	229.2
3-9	188.5	208.8	229.2

²Weeks after full bloom.

^yMeasuring date.

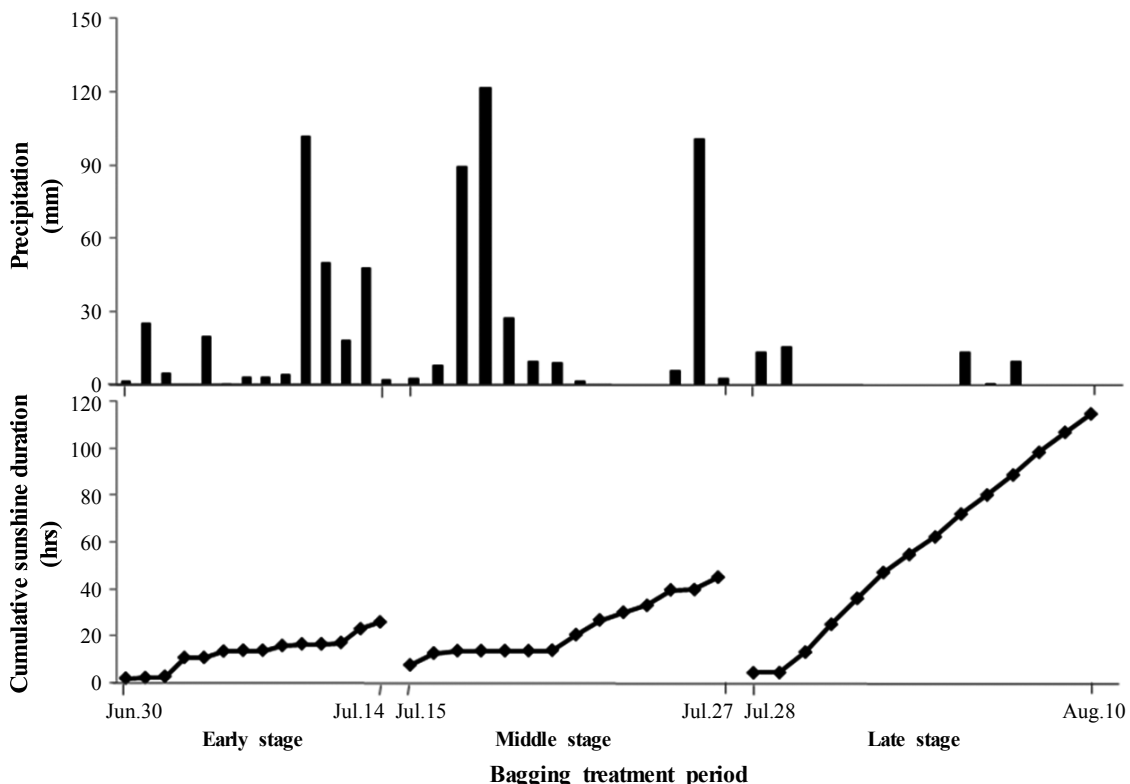


Fig. 1. Daily precipitation and cumulative sunshine duration during the early, middle, and late bagging treatment stages.

의 정도침을 부착한 과실경도계(FHM-5, Fujihara, Japan)로 과피 경도를 측정하였다. 열과율 조사는 두가지 방법으로 실시하였다. 실제 포도원에서 발생하는 열과 정도를 알아보기 위해 실험포에서 변색기부터 수확기까지 발생한 열과율을 조사하였으며, 과피의 구조적 결함에 의한 열과 발생을 조사하기 위해 변색 2주 후에 과립을 채취하여 Considine과 Kriedemann(1972)이 제안한 회귀곡선을 응용해 ‘거봉’의 과립에 한계팽압이 가해지는 sucrose 9.5%의 수용액에 과립 20개씩 5반복으로 침지하여 20°C의 항온기에서 3일간 열과율을 조사하였다.

과피의 형태적 관찰

과피의 절단면은 3 × 5mm 크기로 과피를 채취하여 2.5% glutaraldehyde(0.05M Phosphate buffer, pH6.8)와 1.6% para-formaldehyde를 혼합한 고정액을 이용하여 4°C에서 48시간 고정 후 에탄올 시리즈로 탈수하였다. 탈수된 조직은 Technoviz 7100(Haracus Kluzer, Germany)으로 조직 내부에 침투시켜 embedding하였으며 microtome(RM-2165, Leica, Nussloch, Germany)을 이용하여 0.4µm의 두께로 절단하여 슬라이드 글라스에 증착한 후 Toluidine-Blue O(TBO)용액을 이용하여 염색 후 캡처 프로그램(NIS-Elements AR 2.30)이 장착되어 있는 광학현미경(Nikon ECLIPES 80i, Japan)을 이용하여 관찰하였다. 표피, 아표피 및 과육세포는 각각 고유의 형태와 특징을 갖고 있는데 본 실험에서는 채취한 과피 조직 중 큐티클층을 제외한 세포의 형태가 비교적 일정한 과피의 최외각 1-2층을 표피층으로, 표피층 이하의 세포부터 외벽세포 이전까지 4-5층의 세포층을 아표피층으로 구분하여 각각의 표피 및 아표피층의 두께를 측정하였다. 세포벽의 두께는 각각의 처리구 당 표피 및 아표피세포 50개를 선별하여 1개의 세포 당 세 부위의 세포벽을 측정하여 평균값을 1반복으로 하여 측정하였다. 과피 표면의 관찰은 과립의 주

두흔 및 과점이 존재하는 과피를 5×5mm로 채취하여 2.5%의 glutaraldehyde(0.1M Phosphate buffer, pH7.0)에 24시간 고정하였다. 이 후 에탄올 시리즈로 조직을 탈수 한 후 12시간 건조하여 주사형 전자현미경(LEO-1530FE, Carlzeiss, Germany)으로 표면구조를 관찰하였다.

결과 및 고찰

과실 특성 변화

과대시기별 과립의 생육 및 특성에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 과방중은 후기과대구가 798.0g으로 가장 높았던 반면, 전기간 과대구가 737.3g으로 가장 낮은 수치를 보였다. 무대구의 과피 경도는 1.29kg/Ø5mm로 과대처리구보다 일반적으로 낮은 경도를 나타냈다. 과대처리구 중에서는 전기간 과대구가 1.39kg/Ø5mm로 과대구 중 가장 높은 경도를 보였고 초기 과대구가 1.36kg/Ø5mm, 후기 1.35kg/Ø5mm, 중기 과대구 1.33kg/Ø5mm 순으로 경도가 감소하는 경향을 보였으나, 각 처리구간에 큰 차이는 인정되지 않았다.

변색기부터 수확기까지 포장에서의 열과 발생률을 조사한 결과, 무대구에서 3.0%로 가장 높은 열과율을 나타냈으며 과대구 중에서는 전기간 과대구(2.7%) > 중기, 후기 과대구(2.0%) > 초기 과대구(1.3%) 순으로 감소하여 일반적으로 과대처리 시 열과발생이 감소하였고 과대시기별로 열과율의 차이가 있음을 확인할 수 있었다(Table 2). 과피의 구조적 결함에 의한 열과 발생률을 조사하기 위해 Considine과 Kriedemann(1972)이 제안한 회귀곡선을 이용해 ‘거봉’의 한계팽압에 해당하는 sucrose 9.5%의 수용액에 침지하여 실험을 실시하였다. 한계팽압 하에서의 무대구의 열과 발생은 53.3%로 처리구중 가장 높아 포장에서의 열과발생과 비슷한 양상을 보였다. 또한 과대구 중에서는 전기간 42.7%,

Table 2. Effects of bagging period on fruit characteristics and berry cracking rate in ‘Kyoho’ grape.

Bagging period (WAFB ^z)	Cluster weight (g)	Berry weight (g)	Berry firmness (°Brix)	Cracking at the vineyard ^y (%)	Cracking under CTP ^x (%)
No bagging	772.8 ab ^w	13.2 ab	16.2 c	3.0 a	53.3 a
3-5	762.7 ab	12.6 bc	17.9 a	1.3 c	37.3 ab
5-7	764.9 ab	12.8 abc	17.7 ab	2.0 bc	33.3 bc
7-9	798.0 a	13.4 a	17.3 b	2.0 bc	18.7 c
3-9	737.3 b	12.3 c	17.5 ab	2.7 ab	42.7 ab

^zWeeks after full bloom.

^yBerry cracking rate in the vineyard from veraison to harvest.

^xBerry cracking rate under critical turgor pressure.

^wMean separation within columns by Duncan's multiple range test ($P \leq 0.05$).

Table 3. Effects of bagging period on histological characteristics of pericarp in 'Kyoho' grape.

Bagging period (WAFB ²)	Thickness of cuticular layer (μm)	Thickness of epidermis (μm)	Thickness of sub-epidermis (μm)
No bagging	5.35 ± 0.156 ^y	10.10 ± 0.294	175.14 ± 5.672
3-5	4.21 ± 0.097	9.66 ± 0.110	182.20 ± 1.127
5-7	4.11 ± 0.074	9.56 ± 0.132	179.99 ± 1.950
7-9	4.22 ± 0.099	9.78 ± 0.141	196.62 ± 3.082
3-9	4.22 ± 0.075	10.34 ± 0.313	174.37 ± 3.151

²Weeks after full bloom.^yMeans value ± S.E (n=30).

초기 37.3%, 중기 33.3%, 후기 18.7% 순으로 감소되어 과립비대 후기에 과대할수록 유의하게 열과 발생이 감소하는 경향을 나타냈다.

과피의 형태적 특성

과대시기에 따른 포도 과피 단면의 형태적 특성 변화를 관찰한 결과(Table 3), 큐티클층의 두께는 무대구를 제외한 모든 과대 처리구에서는 거의 일정한 두께를 보였으나, 아표피층의 두께는 무대구와 전기간 과대구가 175.14μm, 174.37μm로 얇았으며, 중기(179.99μm), 초기(182.20μm), 후기 과대구(196.62μm)순으로 아표피층의 두께가 두꺼웠다.

또한 표피 및 아표피 세포의 세포벽 두께를 조사한 결과(Table 4), 표피세포의 세포벽 두께는 무대구에 비해 과대구에서 증가하였는데 특히 전기간 과대구가 3.48μm로 초기 3.12μm, 중기 3.33μm, 후기 과대구 3.37μm에 비해 두꺼웠으며, 아표피층의 세포벽 두께는 전기간 과대구(4.44μm) > 후기(4.24μm) > 초기(4.05μm) > 중기(4.01μm) 순으로 두꺼웠다(Table 5). 특히 표피의 경우 과대시기에 늦을수록 세포벽의 두께가 증가하였으며 아표피층의 세포벽 두께도 대체로 증가하는 경향을 보여 과립비대 후기에 과대할수록 과피 세포벽이 증가한다는 Yamamura 등(1986)의 연구 결과와 유사한 결과를 보였다.

이와 같이 과피세포의 세포벽 두께 및 아표피층의 두께는 많은 연구자에 의해 포도 과피의 구조적 강도에 영향을 주는 요인으로 보고되었으며(Alleweldt 등, 1981; Considine와 Brown, 1981; Considine와 Kriedemann, 1972; Yamamura와 Naito, 1985; Yu와 Kim, 1989), 이러한 과피 구조의 강화가 열과 경감에 효과적인 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 본 실험에서는 포도의 열과 감수성에 영향을 미치는 과피의 아표피층 및 세포벽 두께가 과방 주위의 광도에 의해 좌우되므로(Son과 Lee, 2008; Yamamura 등, 1986), 광도가 높고 일조시간이 긴 과실비대기에 과대처리를 함으로써 광 스트레스에 의한 과피의 구조적 약화현상을 억제하여 열과를 감소시키는데 효과적이라고 판단되었다. 다만 전기간 과대

Table 4. Effects of bagging period on thickness of epidermal and sub-epidermal cell wall in 'Kyoho' grape.

Bagging period (WAFB ²)	Thickness of cell wall	
	Epidermal (μm)	Sub-epidermal (μm)
No bagging	3.03 ± 0.157 ^y	4.13 ± 0.078
3-5	3.12 ± 0.101	4.05 ± 0.060
5-7	3.33 ± 0.073	4.01 ± 0.076
7-9	3.37 ± 0.095	4.24 ± 0.102
3-9	3.48 ± 0.088	4.44 ± 0.081

²Weeks after full bloom.^yMeans value ± S.E (n=30).

구의 아표피층 두께 감소는 과립 비대기 중 장기간의 과대에 의해 아표피층의 세포 크기가 불균일하고 발달이 불량했기 때문이라 추측되며(Fig. 2) 이러한 요인이 과피의 열과 발생을 조장한다고 생각된다.

과대시기별 처리에 따른 과점의 형태적 변화를 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다. 본 실험에서는 후기와 전기간 과대구의 과점의 코르크화 진전이 다른 처리구에 비해 비교적 늦은 반면, 무대구를 포함한 초기, 중기 과대구에서는 과점의 코르크화가 상당히 진전된 것을 관찰할 수 있었다. 과점은 과피 표면에 존재하는 기공이 광, 온도 및 수분 등과 같은 재배적 환경요인에 의해 코르크화된 것으로(Creasy, 1980; Creasy와 Swartz, 1981; Han 등, 1999; Miki와 Nakasawa, 1935; Nakasawa, 1936) 변색기에 가까워질수록 발생정도가 증가한다(Son 등, 2007). 따라서 본 실험에서는 광도 및 일조시간이 가장 높았던 변색기 2주간 과대에 의해 약 50% 정도 광도가 감소되었기 때문에 후기 및 전기간 과대구의 과점이 다른 처리구에 비해 코르크화가 되지 않았다고 생각된다. 다만 후기 과대구에서는 과점에 미세균열이 발생하지 않은 반면, 전기간 과대구는 무대구를 포함한 초기, 중기 과대구와 같이 미세균열이 발생하였다. 이러한 미세균열은 과피의 구조적 약화 및 열과의 발생을 조장하는 요인으로(Borve와 Sekse, 2000; Hiratsuka 등, 1989; Kataoka 등, 1997; Son 등, 2007) 전기간 과대구의 높은 열과 발생의 원인이라고 생

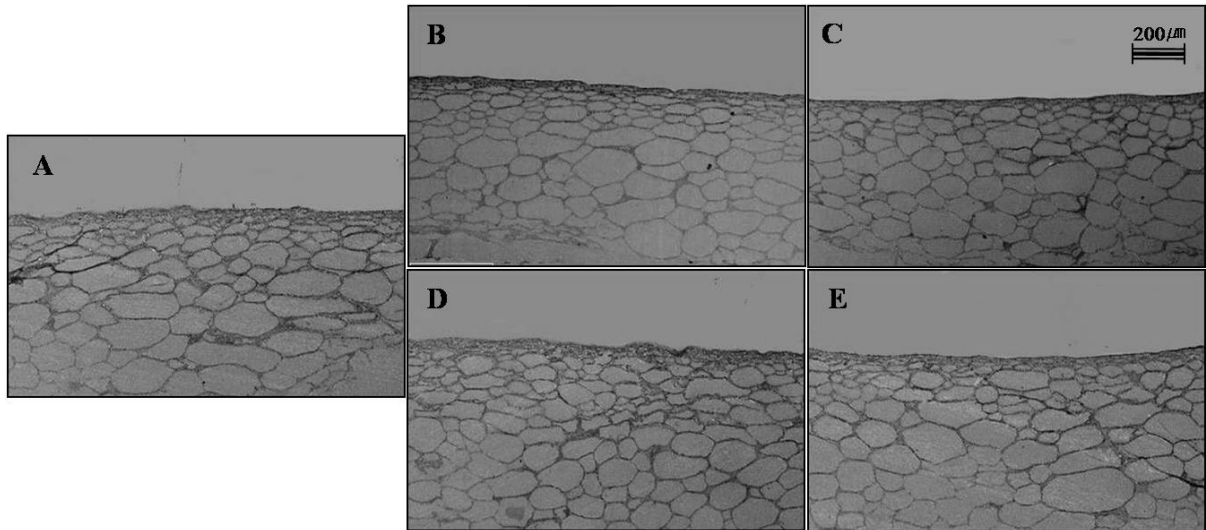


Fig. 2. Transverse section of fruit skin in 'Kyoho' grape at harvest time as affected by each bagging time ($\times 170$). A, no bagging; B, white bagging during 3-5 weeks after full bloom (WAFB); C, white bagging during 5-7 WAFB; D, white bagging during 7-9 WAFB; E, white bagging during 3-9 WAFB.

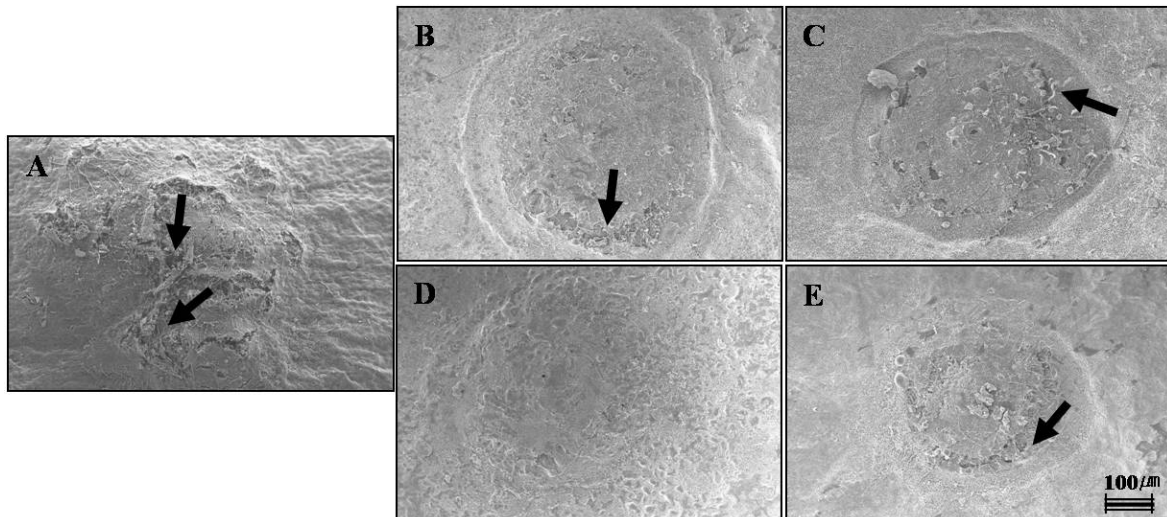


Fig. 3. Scanning electron micrograph of cracks at cork tissue around stomata in 'Kyoho' grape at harvest time as affected by each bagging time ($\times 150$). A, no bagging; B, white bagging during 3-5 weeks after full bloom (WAFB); C, white bagging during 5-7 WAFB; D, white bagging during 7-9 WAFB; E, white bagging during 3-9 WAFB.

각된다.

이상의 결과를 종합하면 포도 과립 비대기 중 패대처리에 의한 차광효과로 과피 표면의 코르크화가 억제되고 아표피층 및 세포벽 두께가 증가되는 등 과피가 구조적으로 강화됨을 확인할 수 있었다. 특히 광도가 높고 일조시간이 길었던 변색기 직전의 후기 패대처리구에서 포도과피의 구조적 강도가 크게 증가하였고 과피 표면의 균열이 발생하지 않아 열과 발생이 현저히 감소하였다. 따라서 '거봉' 포도의 열과 경감을 위해서는 변색기 직전 2주간의 패대처리가 가장 효과적이라고 생각되었다.

초 록

과립 비대기 동안의 패대시기가 '거봉' 포도의 열과에 미치는 영향을 구명하기 위하여 포도 과립의 생육 및 과피의 특성 변화를 조사하였다. 포도 과립중은 만개후 7-9주간 패대한 후기 처리구에서 13.4g으로 가장 높았으며, 전기간 패대구가 12.3g으로 가장 낮았다. 한계팽압에서 포도 과립의 열과율이 무대구에서 53.3% 이상 발생하여 가장 높았던 반면, 처리구에서는 전기간 패대구(42.7%), 초기 패대구(37.3%), 중기 패대구(33.3%), 후기 패대구(18.7%)의 순으로 열과가 경감되었다. 과피의 조직학적 특성을 관찰한 결과, 무대 처리

에 비해 과대 처리구에서 과피 표면의 과점의 크기가 작았으며 형태가 건전하였다. 특히 후기 과대구에서는 기공 주변이 코르크화와 미세균열이 관찰되지 않았으며, 과피의 아표피층과 세포벽의 두께가 증가하여 과피가 구조적으로 강화되었다. 따라서 상대적으로 일조시간이 길고 광도가 높은 변색기 직전에 2주간 과대처리가 ‘거봉’ 포도의 과피 구조를 강화시켜 열과 점감에 효과적임을 확인할 수 있었다.

추가 주요어 : 세포벽, 과점, 광투과, 미세균열, 변색기

인용문헌

- Alleweldt, G., M. Engel, and H. Gebbing. 1981. Histological investigations with grapevine berries. *Vitis* 20:1-7.
- Borve, J. and L. Sekse. 2000. Cuticular fractures promote postharvest fruit rot in sweet cherries. *Plant Disease* 84:1180-1184.
- Considine, J.A. and K. Brown. 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.
- Considine, J.A. and P.E. Kriedemann. 1972. Fruit splitting in grapes: Determination of the critical turgor pressure. *Austral. J. Agr. Res.* 23:17-24.
- Creasy, L.L. 1980. The correlation of weather parameters with russet of ‘Golden Delicious’ apples under orchard conditions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105:735-738.
- Creasy, L.L. and H.J. Swartz. 1981. Agents influencing russet on ‘Golden Delicious’ apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106:203-206.
- Han, J.W., H.J. Lee, H.I. Jang, K.H. Hong, J.J. Choi, K.Y. Kim, and J.O. Guh. 1999. Comparison of skin characteristics between non-bagged and bagged Hosui pear (*Pyrus pyrifolia* Nakai) fruits. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40:439-442.
- Hiratsuka, S., J. Matsushima, T. Kasai, R. Wada, and N. Suzuki. 1989. Histological study on skins of grape cultivar ‘Olympia’ with respect to berry splitting. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 58:545-550.
- Hong, K.H., J.K. Kim, H.I. Jang, J. H. Choi, J.W. Han, and K.Y. Kim. 1999. Effects of paper sources for bagging on the appearance of fruit skin in Oriental pears (*Pyrus pyrifolia* Nakai cvs. Gamcheonbae and Yeongsanbae). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40(5): 554-558.
- Hong, K.H., J.K. Kim, J.H. Choi, J.W. Han, and C.J. Yun. 1996. Russet prevention of ‘Whangkeumbae’ pear by fruit bagging. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37:279-284.
- Kataoka, I., Y. Uchida, and K. Beppu. 1997. Relationship between occurrence of cracking and berry character of ‘Fujiminori’ grapes. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 66:59-66.
- Kim, Y.H., S.K. Kim, S.C. Lim, C.H. Lee, C.K. Yoon, H.H. Kim, and K.S. Choi. 2000. Effects of bagging material on coloration, maturity, and quality of peach fruits. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41:395-400.
- Lang, A. and H. Doring. 1990. Grape berry splitting and some mechanical properties of the skin. *Vitis* 29:61-70.
- Matsui, H., E. Yuda., S. Nakagawa, and K. Yonemori. 1980. Physiological studies on the ripening of Delaware grapes II. Effect of light intensity to the cluster on sugar accumulation, and carbon dioxide fixation in the berries under light and dark conditions. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 48:405-412.
- Miki, Y. and K. Nakasawa. 1935. Pear bagging report 1, 2 [2]. *Agr. & Hort.* 10:465-471.
- Nakasawa, K. 1936. Physiological studies on bagging of Japanese pear cultivar (1). Effects of bagging materials on development of lenticels cork and on development of chlorophyll. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 7:147-167.
- Son, I.C. and C.H. Lee. 2008. The effects of bags with different light transmittance on the berry cracking of grape ‘Kyoho’. *Hort. Environ. Biotechnol.* 49:98-103.
- Son, I.C., S.K. Kim, H.H. Kim, and G.H. Kim. 2007. Physiological and histological characteristics of berry cracking in grapes (*Vitis* spp.). *Hort. Environ. Biotechnol.* 48:1-7.
- Yamamoto, T., M. Kudo., and S. Watanabe. 1990. Fruit cracking and characteristics of fruit thickening in ‘Satonishiki’ Cherry. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 59:325-332.
- Yamamura, H. and R. Naito. 1985. Susceptibility to berry splitting in several grape cultivars. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 53:390-395.
- Yamamura, H., R. Naito, and H. Tamura. 1986. Effects of light intensity and humidity around clusters on the formation of surface wax and the resistance to berry splitting in ‘Delaware’ grapes. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 55:138-144.
- Yu, Y.S. and J.B. Kim. 1989. Study on the resistance to berry splitting and development of the dermal system in grapes. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 30:38-44.