

살균제 제형에 따른 포도의 과분 변화

신경희 · 박희승*

중앙대학교 식물응용과학과

Change of Epicuticular Waxes by Formulation of Fungicides in 'Campbell Early' Grapes

Kyoung-Hee Shin and Hee-Seung Park*

Department of Applied Plant Science, Chung-Ang University, Anseong 456-765, Korea

Abstract. This study was conducted to investigate the influence of formulation of fungicides on epicuticular waxes in 'Campbell Early' grapes. Non-bagged and bagged berries were treated with wettable powder, suspension concentrate and emulsifiable concentrate 15 days after full bloom (DAFB) and 48 DAFB (veraison), respectively. Fruit skin was observed by naked eye and scanning electron microscope (SEM) at harvest. Remarkable white blots were observed on the berries treated 48 DAFB in the order of wettable powder, suspension concentrate, and emulsifiable concentrate. The observation by SEM showed all formulations of fungicides damaged the ultra-structure of epicuticular waxes; also, an unknown substance was observed on treatment with wettable powder and suspension concentrate. Moreover epicuticular wax appeared to be melting on the grapes treated with emulsifiable concentrate. Also, non-bagged grapes showed serious contamination of epicuticular wax by some unknown substance, but bagged grapes had only fungicides' traces.

Additional key words: emulsifiable concentrate, scanning electron microscope (SEM), suspension concentrate, wettable powder

서 언

포도는 안토시아닌, 카테킨, 에피카테킨 등과 같은 기능성 물질을 가지고 있어 보건성이 뛰어난 과실로 알려져 있으며, 국내에서는 주로 생과로 소비되고 있다(Jang과 Lee, 2009). 포도 생과의 고품질 요인에는 송이의 크기와 알의 굵기, 과분 발생의 정도, 당도와 착색 등이 있으며, 이중 과분은 생식용 포도 재배에서 중요한 품질 요인으로 포도 재배 기간 동안 및 선별작업 시 손상되지 않도록 주의해야 한다(Kim 등, 2002; Shin 등, 2009). 반면에 과분은 표피조직의 최외각층에 형성되므로 무봉지 재배 시에는 연간 5회의 살충제와 6회 이상의 살균제가 직접 닿는 부위가 된다(Cha 등, 2000; Shin 등, 2009). 살충제와 살균제에는 엽면에서의 침투성을 증진시키기 위해 계면활성제가 함유되어 있으며, 계면활성제는 잎 또는 과실 표면의 큐티클의 가역적인 변성을 일으킨다(Schreiber 등 1996; Stevens와 Bukovac, 1987; Stock

등, 1992; Yu 등 2002). 즉, 포도 재배 중 사용되는 농약은 수확 시기에 과실품질에 중요한 과분 및 큐티클의 손상을 불가피하게 만드나 이에 대한 연구가 전무한 실정이다. 따라서 포도 '캠벨얼리' 재배 기간 동안 사용되는 살균제 중 제형이 다른 수화제, 액상수화제, 유제를 대상으로 포도 과분의 형성 및 유지에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

시험 장소 및 품종

경기도 수원시에 위치한 국립원예특작과학원 포도원의 포도나무를 이용하여 2008-2009년에 시험을 수행하였으며, 품종은 '캠벨얼리'를 이용하였으며 무봉지 재배와 봉지 재배로 나누어 수행하였다.

*Corresponding author: koussa@cau.ac.kr

※ Received 21 June 2010; Accepted 14 August 2010. This Research was supported by the Chung-Ang University Research Grants in 2009.

살균제의 제형에 따른 약제처리

살균제 처리는 만개 후 15일 처리구와 48일(변색기) 처리구로 구분하여 착립 초기와 변색기 처리시의 과분 변화를 비교하였다. 사용된 제형은 수화제, 액상수화제, 유제였다. 제형별 사용된 약제는 포도 과원에서 많이 사용되는 잿빛곰팡이병 방제용 농약을 선택하였으며, 수화제는 유효성분이 iprodione 50%인 약제, 액상수화제는 fenhexamid 함량이 42%인 약제를, 유제는 fenarimol이 12.5% 함유된 약제를 사용하였다. 처리 약제 농도는 농약사용지침서의 권장 사용량을 계산하여 수화제와 액상수화제는 1000배, 유제는 2985배로 희석 사용하였으며, 각 처리별 10개의 과방에 살포 처리하였다. 처리된 무봉지 재배 포도 과방이 처리 약제 이외의 다른 약제의 영향을 안 받게 하기 위하여 과원에 농약 살포 시에만 처리구에 비닐을 이용하여 수관 전체를 덮어 포도에 다른 농약이 직접적으로 살포되는 것을 방지하였다. 봉지 재배 포도는 만개 후 15일에 봉지씹우기를 실시하였으며, 약제 처리시에만 봉지를 벗겼으며, 처리 약제 살포 후 다시 봉지를 씹워 재배하였다. 모든 시료는 만개 후 약 84일인 수확기에 일괄 수확 후 처리별 외관 관찰 및 비교를 위하여 디지털 카메라로 과립을 촬영하였으며(Sony, T-10, Japan), 주사전자현미경으로 과분의 미세구조를 관찰하였다.

전자현미경 검경

각 처리별 수확기 포도 과립의 표피를 0.5-1.0cm 크기로 잘라 시료대에 올려 250-450 Å로 2분간 도금(EMITECH-K550, Sputter Coater, USA)을 하였다. 이렇게 도금된 시료는 -10°C의 진공 상태에서 주사전자현미경(scanning electron microscope; SEM, Hitachi model S-2460N, Japan)을 이용하여 10-20kV로 포도 과분의 미세구조를 관찰하고 사진 촬영하였다.

결과 및 고찰

포도 재배 시 사용되는 다양한 농약의 제형이 과분의 미세구조에 미치는 영향을 알아보기와, 착립기(만개 후 15일)와 변색기(만개 후 48일)에 수화제, 액상수화제, 유제를 처리한 후 수확기에 포도 과립의 외관 및 과분의 미세구조를 관찰하였다. 또한 약제 살포 후 자연의 강우, 바람, 빛 등의 외부환경이 처리된 약제와 과분에 미치는 영향을 알아보고자 무봉지 재배와 봉지 재배로 나누어 실험을 수행하였다. ‘캠벨얼리’의 착립기인 만개 후 15일에 수화제, 액상수화제, 유제를 처리한 수확기 포도 과립을 관찰한 결과, 약제 살포 후 약 70일이 경과했음에도 불구하고, 수확기 과립상에서 약제 흔적을 육안상으로 확인할 수 있었다(Fig. 1). 육

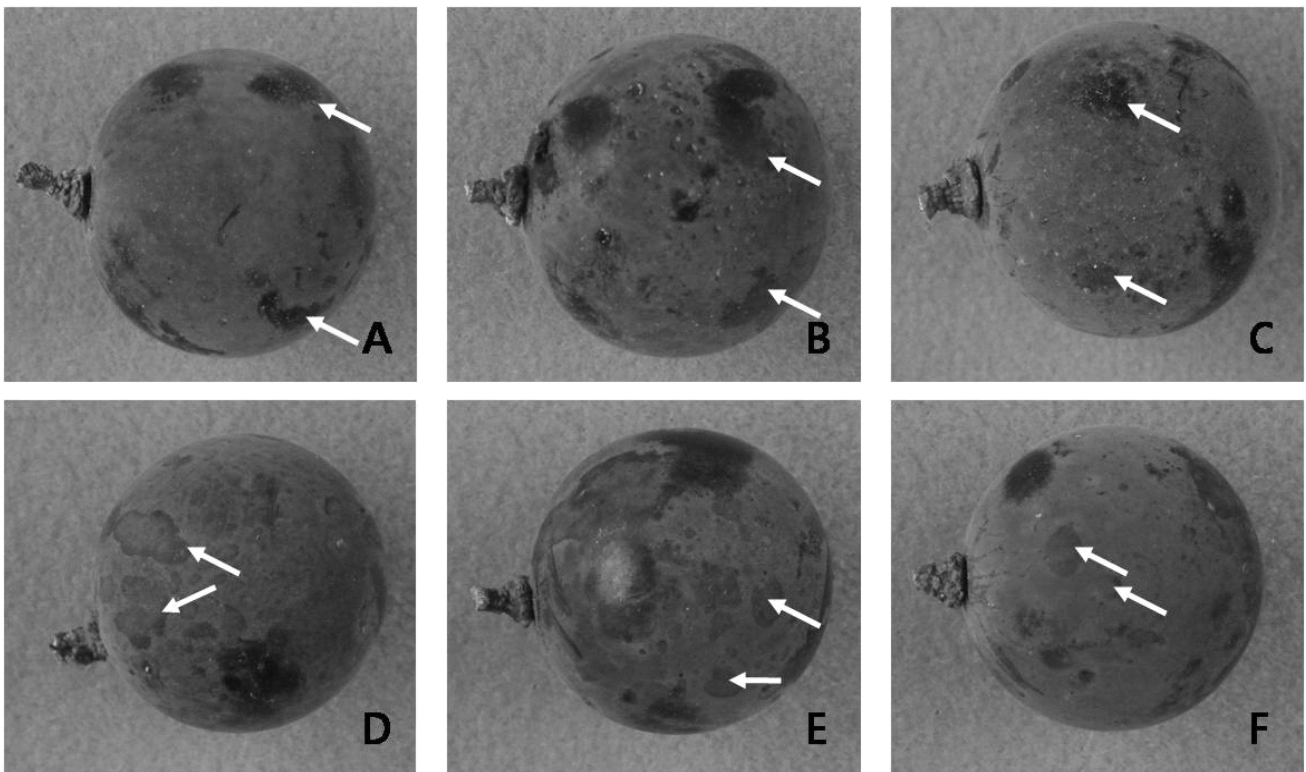


Fig. 1. Effect of formulation of fungicides on the surface of berries in ‘Campbell early’ grape 15 days after full bloom (DAFB) in 2008. Top, non-bagged rain shelter cultivation; bottom, bagged rain shelter cultivation; A and D, berry treated with wettable powder; B and E, berry treated with suspension concentrate; C and F, berry treated with emulsifiable concentrate. Arrows represent some blots by fungicides’ traces.

안으로 세 가지의 제형 중에서 약제 흔적이 뚜렷한 제형은 수화제였으며, 그 다음으로 액상수화제, 유제 순이었다. 주사전자현미경으로 과분의 미세구조를 관찰한 결과, 약제의 흔적이 나타나는 주변에 과립형의 이물질이 관찰되었으며, 수화제와 액상수화제 처리에서는 이물질이 단독으로 존재할 뿐만 아니라 흔적의 주변에 띠를 이루고 있는 형태로 관찰되었다(Fig. 2A, B, D, E). 반면에 유제 처리에서는 이물질이 현저히 적거나(Fig. 2C), 관찰되지 않았다(Fig. 2F). 수화제와 액상수화제, 유제에서 관찰된 과립형의 이물질은 처리 약제의 종류와는 관계없이 외부 오염 물질인 것으로 판단되었다. 이러한 이물질은 무봉지 재배(Fig. 2A, B, C)와 비교하여 봉지 재배시(Fig. 2D, E, F)에는 현저히 적은 것

로 관찰되었으며, 유제 처리시 다른 처리에 비하여 이물질이 적게 발견된 것은 유제 처리시 표면에 이물질이 부착하기 힘들기 때문인 것으로 추정되었다(Fig. 2C, F). 한편, 유제를 처리한 과립의 표면에서는 수화제나 액상수화제를 처리한 과립에서 발견된 이물질은 적었으나, 유제에 직접 노출된 부분의 과분의 집적도가 떨어지는 것으로 관찰되었다. 이는 과분이 유제의 유기용매 성분에 의해 화학적 손상을 받은 결과로 보이며, 일부 platelet 형태의 미세구조가 녹은 것과 같은 형태를 보였다(Fig. 2C, F).

과분이 육안으로 뚜렷하게 확인되는 변색기인 만개 후 48일에 약제를 처리한 결과, 변색기에 수화제와 액상수화제를 처리한 과립 모두에서 봉지 재배와 관계 없이 착과기에 없

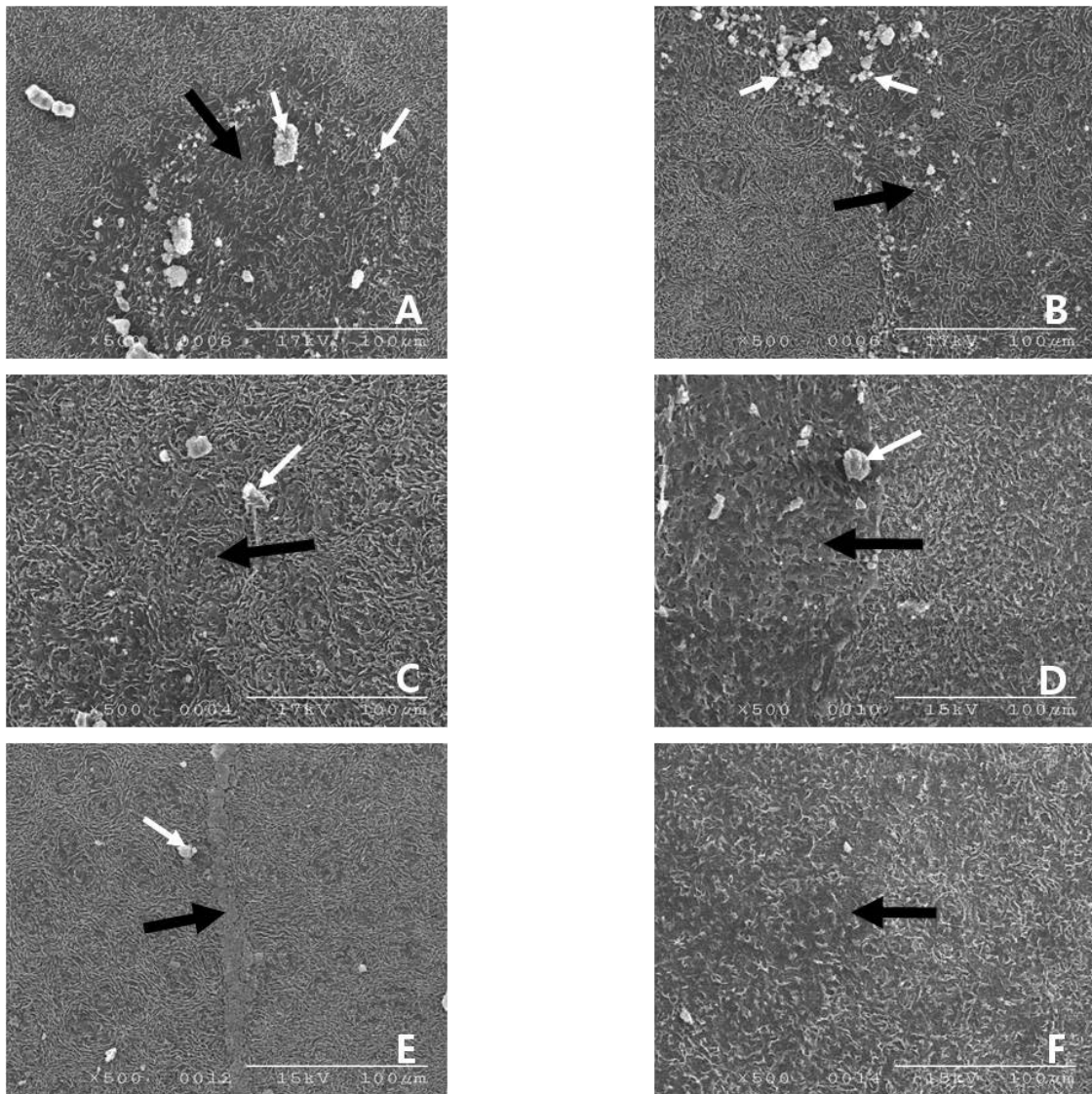


Fig. 2. Scanning electron micrograph of the epicuticular waxes treated with fungicides 15 DAFB in ‘Campbell Early’ grape in 2008. Left, non-bagged rain shelter cultivation; right, bagged rain shelter cultivation; A and D, berry treated with wettable powder; B and E, berry treated with suspension concentrate; C and F, berry treated with emulsifiable concentrate. Black arrows show the damaged part by fungicides. White arrows represent unknown substances. These substances were observed in a form of strip around of traces on the A, B, D and E.

었던 흰색의 약제 흔적이 두드러지게 관찰 되었다(Fig. 3A, B, D, E). 반면에 유제 처리 과립은 약제의 흔적만 있을 뿐 흰색의 약제 흔적은 없는 것으로 나타났다(Fig. 3C, F). 따라서 변색기에 수화제와 액상수화제의 약제처리는 육안상으로 약제 살포시 형성된 흰색 약제의 흔적을 남겨 착립기의 처리 보다 상품성을 현저하게 감소시킬 수 있다. 즉, 상품성 측면에서는 변색기 이후의 약제 처리시 수화제와 액상수화제 보다는 유제가 상대적으로 유리할 것으로 생각된다. 또한 주사전자현미경으로 변색기의 약제 처리가 과분의 미세구조에 미치는 영향을 관찰한 결과, 착립기와 유사한 경향을 나타내었다(Fig. 4). 즉, 어떠한 제형이든 약제는 과분의 미세구조에 영향을 줄 수 있었다. 이와 같이 모든 제형이 과분의 미세구조에 영향을 주는 것은 식물체의 최외각인 과분이 극단적인 소수성을 띠는 epicuticular wax layer로 농약의 침투를 어렵게 하는 장벽의 역할을 하며 (Baker, 1980), 농약 처리시 염면의 침투성 증진을 위해 농약과 함께 계면활성제를 첨가하는데 이 계면활성제는 잎 표면으로부터 내부로 침투하는 과정에서 polymer matrix를 팽윤시켜 왁스층을 포함한 큐티클의 가역적인 변성을 일으키기 때문이다(Schreiber 등 1996; Stevens와 Bukovac, 1987; Stock 등, 1992; Yu 등 2002). 따라서 약제가 식물체 안으로

침투하기 위하여 포도의 물리적 장벽인 과분의 물리적 손상은 불가피함을 알 수 있다. 또한 유제의 경우 흰색의 약제 흔적은 없었지만 주사전자현미경 상으로 관찰한 결과, 착립기와 유사한 결과로 과분의 미세구조가 녹은 것처럼 나타났다(Fig. 4C, F). Lee 등(2010)의 보고에 의하면 4% ethyl oleate를 수확 전 40일에 과방에 처리한 후 주사전자현미경으로 관찰한 결과, platelet 형태의 과분 미세구조가 녹아 평평한 표면으로 덮여 있는 것처럼 변화하였으며, 이러한 변화는 약제에 노출된 부분에서만 관찰되었다고 보고하였다. 본 실험에서도 이와 일치한 결과를 얻었다.

또한 외부환경에 노출되어 재배된 무봉지 재배 포도에서는 육안상으로뿐만 아니라 주사전자현미경상으로도 봉지 재배에 비하여 약제의 흔적 뿐만 아니라 많은 이물질이 과립상에 존재하는 것으로 관찰되었다. 이는 무봉지 재배 시 약제 살포 후 자연 강우나, 바람, 빛 등에 의해서 약제의 흔적이 없어지거나 희석될 것으로 예상하였으나, 예상과 다르게 봉지 재배 포도에 비하여 외관상 불리한 것으로 나타났다. Lee(1999)는 봉지씌우기 시기는 과면에 농약이 남아 있으면 독성이 없다고 하더라도 상품성이 현저히 감소하므로 처리한 농약이 과실 표면에 남게 되는 시기 이전에 씻어 주어야 한다고 하였다. 그 시기는 품종이나 농약에 따라 다르

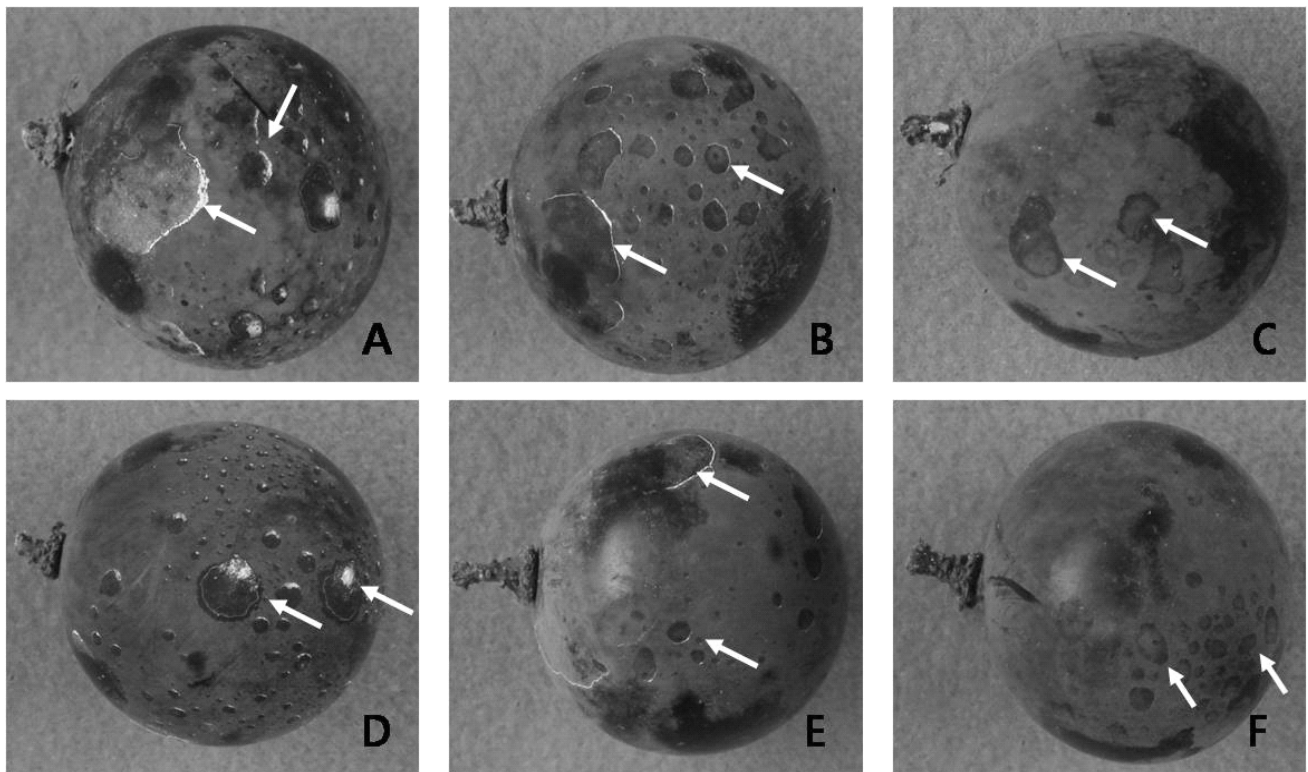


Fig. 3. Effect of formulation of fungicides on the surface of berries in 'Campbell Early' grape at veraison (48 DAFB) in 2008. Top, non-bagged rain shelter cultivation; bottom, bagged rain shelter cultivation; A and D, berry treated with wettable powder; B and E, berry treated with suspension concentrate; C and F, berry treated with emulsifiable concentrate. Arrows represent fungicides traces. Remarkable white blots were observed on the fungicides' trace of A, B, D and E.

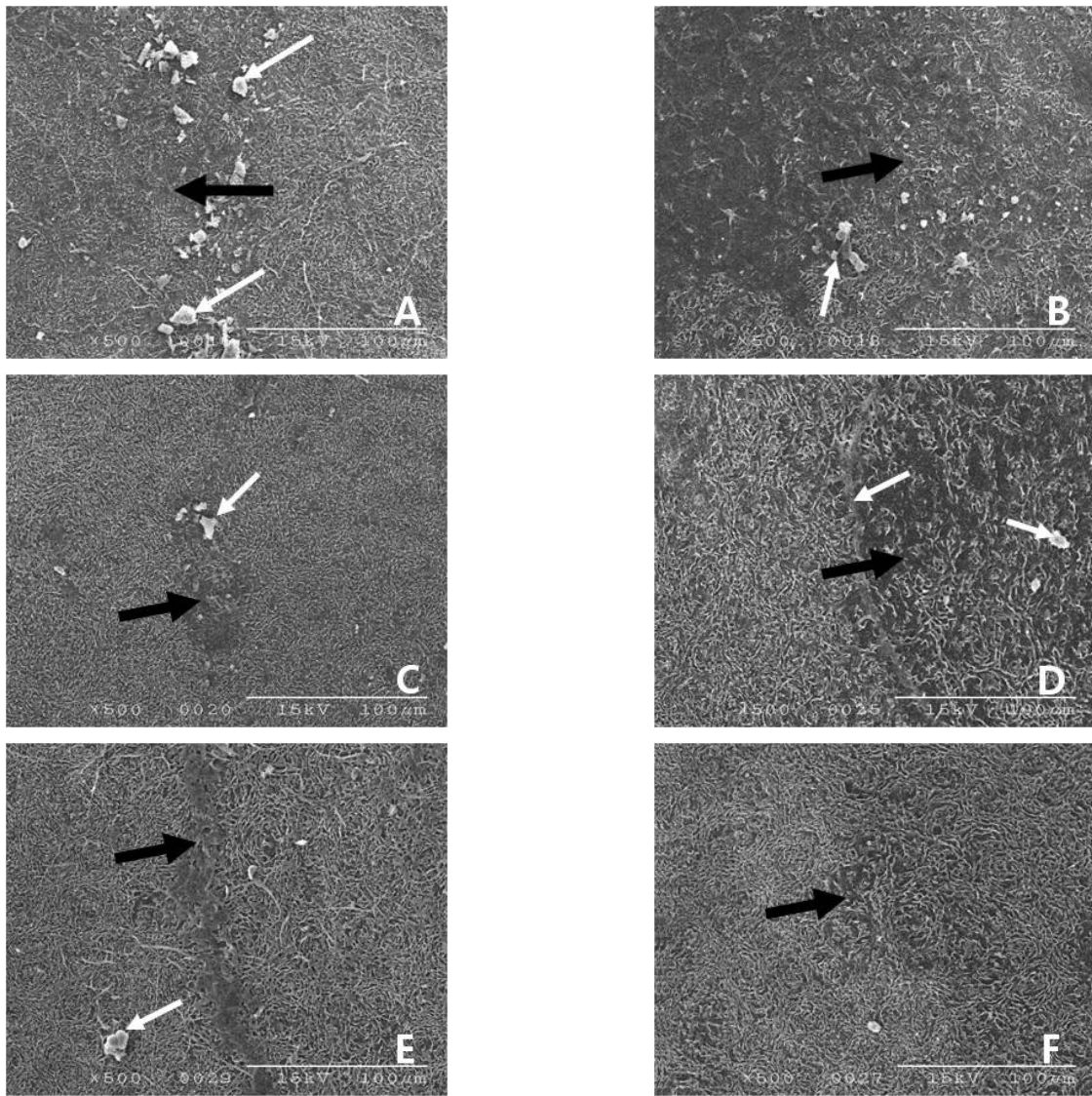


Fig. 4. Scanning electron micrograph of the epicuticular waxes treated with fungicides at veraison (48 DAFB) in ‘Campbell Early’ grape in 2008. Left, non-bagged rain shelter cultivation; right, bagged rain shelter cultivation; A and D, berry treated with wettable powder; B and E, berry treated with suspension concentrate; C and F, berry treated with emulsifiable concentrate. Black arrows show the blots on the fungicides’ traces. White arrows represent unknown substances.

나 일반적으로 포도알의 크기가 팔알에서 쿵알 크기 사이가 한계이다. 그러나 재배 관리상 특히 ‘거봉’이나 ‘네오머스켓’ 등과 같이 알숙기 기간이 길은 품종은 적기에 봉지를 씌우지 못하는 경우가 있는데 이런 때에는 농약이 과실 표면에 남지 않은 농약을 선택하여야 한다고 하였다. 또, Yamamura와 Naito(1983)의 보고에 의하면, 포도 ‘거봉’에 지베렐린을 처리할 때 과분의 손상을 방지하기 위한 권장 처리 시기는 만개 후 10일 경이라 하였으며, Shin 등(2010)에 의하면 과분의 초기 형성은 과실발달 초기인 만개 후 1주일 이내에 시작되어 매우 빠른 시기에 과분이 만들어지는 것으로 추정된다고 하였다. 따라서 본 실험 결과에서도 만개 후 15일에 농약을 처리했음에도 불구하고 약제의 흔적이

수확기까지 지속 됨에 따라 포도 과분의 형성 정도는 만개 후 15일 이전에 결정되는 것으로 생각된다.

본 연구 결과, 과실이 매우 어린 시기의 약제 살포도 과분의 미세구조를 손상시켜 육안으로도 과립 상의 약제 흔적을 쉽게 발견할 수 있었으며, 특히 변색기에 약제를 처리한 결과, 수화제와 액상수화제 처리 과방에서 흰색 얼룩이 두드러지게 남아있어 상품성을 크게 저하시키는 경향을 나타내었다. 즉, 상품성이 있는 과실을 만들기 위해서는 과분이 형성된 이후에는 물리적 손상과 약제 살포시 제형 선택에 주의해야 함을 알 수 있었다. 또한 무봉지 재배 시 과립에 약제의 흔적뿐만 아니라 많은 이물질이 존재함을 관찰할 수 있었다. 따라서 고품질의 외관이 수려한 포도 생산을 위해서

는 착립 후 가능한 빠른 시일 내에 봉지를 씌워 재배하는 것이 유리할 것으로 생각된다.

초 록

본 연구는 병해충 방제에 사용되는 살균제의 제형이 포도 ‘캠벨얼리’ 과분의 미세구조에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다. 무봉지 재배와 봉지 재배로 나누어 각각 수화제, 액상수화제, 유제를 만개 후 15일과 변색기(만개 후 48일)에 살포 후 수확기에 외관 및 주사전자현미경으로 관찰하였다. 실험 결과, 변색기의 수화제와 액상수화제 처리에서 만개 후 15일보다 흰색의 약제 흔적이 두드러지게 관찰되었으며, 수화제, 액상수화제, 유제의 순으로 약제의 흔적이 발생하는 것을 관찰할 수 있었다. 과분의 미세구조를 주사전자현미경으로 관찰한 결과, 세 가지의 제형 모두 과분의 미세구조를 손상시켰으며, 수화제와 액상수화제의 경우 이물질이 관찰되었으며, 유제 처리구는 과분의 미세구조가 녹은 것처럼 관찰되었다. 또한 무봉지 재배 시에는 육안상으로 약제의 흔적뿐만 아니라 많은 이물질이 과립상에 같이 존재하는 것으로 관찰되었으며, 봉지 재배 시에는 약제의 흔적만 관찰되었다.

추가 주요어 : 유제, 주사전자현미경, 액상수화제, 수화제

인용문헌

- Baker, E.A. 1980. Effect of cuticular components on foliar penetration. *Pestic. Sci.* 11:367-370.
Cha, B.G., Y.S. Lee, and H.R. Lee. 2000. The present knowledge

- of farmers on pests and chemical control in grapevine culture. *Kor. J. Pestic. Sci.* 4:38-43.
Jang, S.J. and S.K. Lee. 2009. Current research status of post-harvest technology of grape. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:511-520.
Kim, J.H., C.C. Kim, K.C. Ko, and K.R. Kim. 2002. Principle in pomology. 3rd ed. Hyangmunsa. Seoul. Korea.
Lee, B.H.N., Y.H. Kwon, K.H. Shin, and H.S. Park. 2010. Anatomical Changes and Anthocyanin Contents of the Exocarp by Ethyl Oleate Treatment on ‘Merlot’ Grapes. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 28:370-373.
Lee, J.C. 1999. New technology of grape cultivation. p.177-178.
Schreiber, L., M. Riederer, and K. Schorn. 1996. Mobilities of organic compounds in reconstituted cuticular wax of barley leaves: Effects of monodisperse alcohol ethoxylates on diffusion of pentachlorophenol and tetracosanoic acid. *Pestic. Sci.* 48:117-124.
Shin, K.H., H.S. Park, C.H. Lee, G.R. Do, S.K. Yun, and I.M. Choi. 2009. Morphological structure and chemical composition of epicuticular wax of fruits in four kind of grape cultivars. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27:353-358.
Shin, K.H., I.M. Choi, J.M. Lee, K.H. Chung, and H.S. Park. 2010. Morphological development and chemical composition of epicuticular wax crystals in ‘Campbell Early’ grape. *Hort. Environ. Biotechnol.* In Press.
Stevens, P.J.G. and M.J. Bukovac. 1987. Studies on octylphenoxy surfactants. Part 2: Effects on foliar uptake and translocation. *Pestic. Sci.* 20:37-52.
Stock, D., B.M. Edgerton, R.E. Gaskin, and P.J. Holloway. 1992. Surfactant-enhanced foliar uptake of some organic compounds: Interactions with two model polyoxyethylene aliphatic alcohols. *Pestic. Sci.* 34:233-242.
Yamamura, H. and R. Naito. 1983. The surface wax of several grapes in Japan. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 52:266-272.
Yu, J.H., K.Y. Cho, and J.H. Kim. 2002. Review of the study on the surfactant-induced foliar uptake of pesticide. *Kor. J. Pestic. Sci.* 6:16-24.