

미세살수와 흰색 코팅제 도포가 ‘후지’/M.9 사과나무 과실 일소 발생에 미치는 영향

송양익¹ · 박무용¹ · 양상진² · 남종철¹ · 사공동훈^{1*}

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원 사과시험장, ²농촌진흥청 농촌지원국 원예특작과
(2010년 2월 4일 접수; 2010년 6월 18일 수정; 2010년 6월 24일 수락)

Effects of Microspraying of Water and Coating by White Materials on Fruit Sunburn Occurrence for ‘Fuji’/M.9 Apple Tree

Yang-Yik Song¹, Moo-Yong Park¹, Sang-Jin Yang²,
Jong-Chul Nam¹ and Dong-Hoon Sagong^{1*}

¹Apple Research Station, National Institute of Horticulture & Herbal Science,
Rural Development Administration, Gunwi 716-812, Korea

²Horticulture & Herbal Crop Division, Extension Service Bureau,
Rural Development Administration, Suwon, 441-707, Korea

(Received February 4, 2010; Revised June 18, 2010; Accepted June 24, 2010)

ABSTRACT

This study was carried out to compare and analyze control methods of the sunburn occurrence that affected ‘Fuji’/M.9 planting systems in Korea from 2001 to 2003. It is very important to control temperature of the surface of fruits, because sunburn may occur when the temperature of fruit surfaces reaches 40°C ~ 45°C due to high air temperature and sunlight during growing periods. As control methods of the sunburn occurrence, white coating materials such as CaCO₃ or kaolin were applied four times at two-week intervals from late June, and microspraying of water was conducted when air temperature was over 31°C from late July to mid-August. Both methods were effective for preventing the sunburn occurrence and improving fruit quality by decreasing peel's temperature of fruits and increasing photosynthesis.

Key words : *Malus domestica* Borkh., CaCO₃, high temperature, microspraying of water, photosynthesis

I. 서 론

과도한 태양광 노출로 과실 표면 온도가 높아지면서 발생하는 일소(sunburn)는 과실 품질에 악영향을 미쳐 경제적 손실을 유발시키는데, 광도 및 온도가 높은 지역에서는 일소 발생률이 연평균 10~20%이며, 해에 따라서는 30~50%까지 이른다(Piskolczi *et al.*, 2004; Saudreau *et al.*, 2008; Wand *et al.*, 2006). 특히, 과실 착색 정도가 품질의 중요한 기준이 되는 ‘후지’ 품종

은 일소 발생을 경감시키는 것이 매우 중요하다(Iglesias *et al.*, 2005; Schupp *et al.*, 2004).

국내 사과원에서 주로 재배되고 있는 사과 품종은 ‘후지’(63.0%), ‘홍로’(10.5%), ‘쓰가루’(6.9%), 기타(19.6%)순으로 주 재배품종이 ‘후지’이다(NAQS, 2007). M.26과 MM.106대목을 주로 이용한 1990년대 중·후반까지만 해도 일소는 크게 문제시 되지 않았으나, 최근 개발된 수관을 형성하는 M.9 대목(Paulin, 1989; Schupp *et al.*, 2002; Wünsche *et al.*, 2004)을 이

* Corresponding Author : Dong-Hoon Sagong (sa0316@korea.kr)

용한 밀식 재배가 우리나라에 확대 보급되면서(Song *et al.*, 2009), 문제가 되기 시작하였으며, 앞으로도 지구온난화에 의한 기온 상승이 일소 발생을 더 증가시킬 것으로 예측하고 있다(Blanke, 2008; Iams *et al.*, 2008; Smit *et al.*, 2008).

‘후지’/M.9에서 문제시 되는 일소는 31°C 이상 최고기온의 누적일수가 많거나 일사량이 높았던 해에 많이 발생했다. 일소가 발생하려면 과실의 온도가 40~45°C까지 상승해야 하는데, 이러한 높은 과실 온도는 청명한 날의 강한 일사에 의해 일어나는 것으로 추정할 수 있다(Song *et al.*, 2009). 일반적으로 과실 온도를 낮추는 가장 대표적인 방법은 우박 방지용 그물을 설치하여 강한 일사를 차단하는 방법과 고령토(kaolin)와 같이 광을 반사하는 코팅제를 도포하는 방법, 그리고 기화냉각을 이용하여 과실 온도나 과실 주변 기온을 떨어뜨리는 스프링클러 살수 방법 등이 거론되고 있다(Palmer *et al.*, 2003).

따라서 본 연구는 2001년부터 2003년까지 ‘후지’/M.9 사과나무를 대상으로 몇 가지 일소 방지방법을 처리하여, 그 중 일소 발생을 가장 효과적으로 경감할 수 있는 방법을 찾고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 미세살수 처리가 일소 발생에 미치는 영향

미세살수가 ‘후지’/M.9 사과나무 과실의 일소 발생에 미치는 영향을 분석하기 위해서 2002년에 경북 군위소재 사과시험장에 3.5×1.5m 밀도로 재식된 5년생 사과나무를 대상으로 미세살수 처리를 실시하였다. 시험수의 수형은 세장방추형이었으며, 착과수는 약 60개 정도였다.

미세살수 처리를 위해 대상 사과나무 사이 수고 30cm 상부에 미세살수 노즐(살수량: 7.0L/hr) 1개씩을 설치하고, 2002년 7월 24일에서 8월 20일까지 미세살수를 실시하였다. 미세살수에는 지하수를 이용하였고, 미세살수 장치의 작동은 주간 기온이 31°C 이상이 되면, 자동조절장치에 의해 5분간 살수하고, 1분간 멈추는 것으로 하였으며, 하루 동안의 미세살수 작동 시간을 측정하여 기록하였다. 시험구 배치는 1주를 1반복으로 한 완전임의 5반복으로, 미세살수 노즐이 설치되어 있는 열에서 4열이 떨어진 열을 대조구로 하였으며, 시험구와 대조구의 조사 주를 대상으로 주 당

일소 발생률과 과실 품질을 조사하였다. 시험구와 대조구의 일별 기온 변화는 7월 25일에 지상으로부터 1m 높이의 수관 내부에 간이 기온측정기(Watchdog, Spectrum Technologies, Inc., USA)를 설치하여 측정하였다. 기온 측정시각은 12~16시로 15분 간격으로 측정하였다.

일소 발생률은 일소 발생이 가장 많은 8월초에 실시하였는데, 나무 전체 과실을 대상으로 일소 발생 과실 수를 조사하여 나타내었는데(Song *et al.*, 2009), 이 때 과실의 일소 발생 여부 판단은 과피에 노란색 혹은 갈색으로 변한 부분이 조금이라도 있는 과실로 하였다(Schrader *et al.*, 2003; 2008). 과실 품질은 10월말에 조사하였는데, 과중의 경우 나무 당 20개의 과실을 수확하여 과실별 무게를 측정하였다. 경도는 나무 당 수확한 과실에서 5개의 과실을 선정하여 직경 8mm 헤드를 가진 경도계(WAGNER, FT-327, USA)로 측정하였고, 착색 정도는 색차계(JP/CR-400, Minolta, Japan)를 사용하여 각각의 과실 3부분(양광면, 음광면, 양광면과 음광면 사이)에 대해 Hunter a 값을 측정하여 평균값으로 나타내었다. 가용성 고형물 함량은 과실을 착즙하여 굴절당도계(PR-101, Atago, Japan)로 측정하였다.

2.2. 흰색 코팅제 도포 처리가 일소 발생에 미치는 영향

흰색 코팅제 처리는 3년(2001~2003년)동안 경북 군위소재 사과시험장에서 탄산칼슘(크레프논), 석회유(생석회) 및 카올린(Surround WP) 처리구와 무처리인 대조구를 두고 일소 발생 상태를 조사하였다. 시험에 사용된 나무들은 3.5×1.5m 밀도로 재식된 4~6년생 사과나무로 착과수는 60~80개였으며, 수형 및 재배관리는 미세살수 처리 연구와 동일하였다.

처리방법은 탄산칼슘(크레프논)의 경우 2.5%, 석회유(생석회)는 1.5%, 카올린(Surround WP)은 2.5%의 농도로 3개년(2001~2003년)동안 6월 말부터 2주 간격으로 4회 살포하였다. 시험구 배치는 5나무를 1반복으로 한 난피법 3반복으로 하였다.

광합성 속도(photosynthetic rate), 기공전도도, 증산 속도, 엽온을 기준으로 한 수증기압차(VPD)는 탄산칼슘 처리구와 대조구에서만 조사하였다. 측정 시기는 2003년 8월 2일, 8월 9일로 8월 2일은 오전 10~12시, 8월 9일은 오후 2~4시에 측정하였다. 측정방법은 휴대

용 광합성 측정기(LI-6400, Li-COR, USA)를 이용하여 나무당 과대지 중간부위의 1엽, 처리당 총 10~15개의 엽을 대상으로, 측정 전 구름이 없는 자연 상태의 광도를 측정 후 인공광 챔버(red/blue LED internal light source, Li-COR, USA)로 조절하였으며(8/2: $1,000\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, 8/9: $1,500\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 이산화탄소 농도는 Li-6400의 소다라임(sodalime) 튜브를 완전히 열어 측정된 대기 중의 이산화탄소 농도로 조절하였다(8/2: $380\mu\text{mol}$, 8/9: $350\mu\text{mol}$). 측정 시 평균기온은 8월 2일의 경우 $25.9\sim 29.2^\circ\text{C}$ 이었으며, 8월 9일은 $29.9\sim 30.8^\circ\text{C}$ 이었다.

일소 발생률과 과실 품질은 미세살수 처리 시험과 동일한 방법으로 3년(2001~2003년)동안 조사하였다.

III. 결 과

3.1. 미세살수 처리가 일소 발생에 미치는 영향

2002년 7월 24일부터 8월 20일까지 미세살수 처리구의 총 살수 시간은 68시간 50분으로 7월 24일부터 8월 5일까지는 하루 평균 약 5시간 10분 동안 미세살수가 처리되었다. 8월 6일부터 8월 20일까지는 장마기로 8월 18일의 50분을 제외하고는 미세살수 작동 온도에 미달하여 작동하지 않았다(Fig. 1).

미세살수가 이루어졌던 2002년 7월 25일의 대조구 기온은 12시에 이미 32.6°C 를 넘었으며, 미세살수 처리구는 31.9°C 를 나타내었다. 대조구와 미세살수 처리구의 기온은 16시까지 지속적으로 증가하는 경향을 나타내었는데, 13시 15분부터 16시까지 미세살수 처리구의 기온은 $32.1\sim 33.5^\circ\text{C}$ 로 같은 시각 대조구의

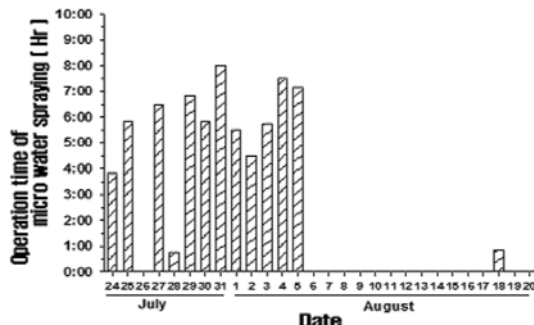


Fig. 1. Operation time of micro water spraying from 24th July to 20th August in 2002. Micro water spraying was applied for 5 minutes and then stopped for 1 minute when air temperature was over 31°C in all through the day.

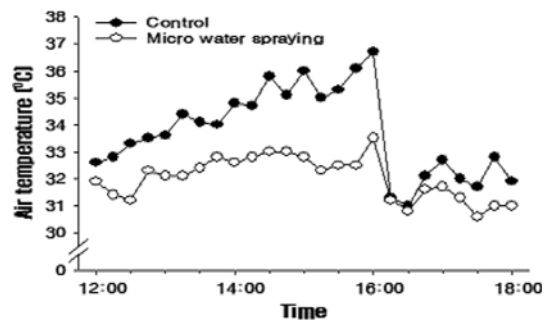


Fig. 2. Air temperature in 'Fuji'/M.9 orchard affected by micro water spraying in 25th July in 2002. Micro water spraying was applied for 5 minutes and then stopped for 1 minute when air temperature was over 31°C from 12:00 to 18:00.

$34.0\sim 36.7^\circ\text{C}$ 보다 약 $1.2\sim 3.6^\circ\text{C}$ 정도 낮았다. 16시 15분을 기점으로 대조구와 미세살수 처리구의 기온은 급격하게 감소하였는데, 미세살수 처리구의 16시와 16시 15분 사이 기온 차가 2.3°C 이었던 반면에 대조구는 5.4°C 로 약 2배의 차이를 나타내었다. 16시 15분에서 18시까지의 대조구 기온은 $31.0\sim 32.8^\circ\text{C}$ 이었으며, 미세살수 처리구는 미세살수에 의해 같은 시각의 대조구 기온보다 $0.1\sim 1.8^\circ\text{C}$ 정도 낮은 $30.6\sim 31.2^\circ\text{C}$ 이었다(Fig. 2).

미세살수 처리구와 대조구의 일소 발생률은 미세살수 처리구가 13.5%로 대조구의 23.6%보다 약 10% 정도 일소 발생이 적었다. 과실 품질 요소 중 과중, 가용성 고형물 함량 및 착색은 미세살수 처리구가 각각 309g, 14.4°Brix, 18.0로 대조구의 273g, 14.0°Brix, 16.8보다 높았으며, 경도는 차이가 없었다(Table 1).

3.2. 흰색 코팅제 도포 처리가 일소 발생에 미치는 영향

2003년 흰색 코팅제 처리에 따른 광합성 비교 조사에 있어 오전 10~12시 사이의 평균기온과 조절된 광도가 각각 $25.9\sim 29.2^\circ\text{C}$, $1,000\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이었던 8월 2일의 경우 기공전도도, 증산속도 및 VPD는 대조구가 탄산칼슘 처리구보다 높은 것으로 나타났으며, 광합성 속도는 대조구가 탄산칼슘 처리구보다 $0.6\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도 높았으나 유의 차는 없었다. 그러나 오후 2~4시 사이의 평균기온과 조절된 광도가 각각 $29.9\sim 30.2^\circ\text{C}$, $1,500\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 이었던 8월 9일에는 광합성 속도의 경우 탄산칼슘 처리구가 대조구보다 $1.3\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 정도 더 높았고, 기공전도도와 증산속도 역시 탄산칼슘 처리구가 더 높았지만 VPD는

Table 1. Effects of micro water spraying on incidence of sunburn disorder and fruit qualities in 'Fuji'/M.9 apple trees at 2002

Treatment	Incidence of sunburn (%)	Fruit weight (g)	Fruit firmness (kg/Ø8 mm)	Solid soluble content (°Brix)	Fruit red color (Hunter a value)
Control	23.6 a ^z	273 b	3.0 a	14.0 b	16.8 b
Micro water spraying	13.5 b	309 a	3.2 a	14.4 a	18.0 a

^zMeans followed by the same letter are not significantly different using *t*-test, $P < 0.05$.

Table 2. Effects of CaCO₃ on photosynthetic rate, stomatal conduction, transpiration rate, and VPD in 'Fuji'/M.9 apple trees at 2003

Treatment	Photosynthetic rate (µmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	Stomatal conductance (mol·m ⁻² ·s ⁻¹)	Transpiration rate (µmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	VPD ^y (kPa)
From 10 to 12 a.m., Aug. 2. ^x				
Control	16.5 a ^z	0.32 a	4.25 a	1.43 a
CaCO ₃	15.9 a	0.30 b	3.72 b	1.35 b
From 2 to 4 p.m., Aug. 9. ^w				
Control	12.3 b	0.24 b	5.12 b	2.21 a
CaCO ₃	13.6 a	0.26 a	5.57 a	2.22 a

^zMean separation within columns by *t*-test at $P < 0.05$.

^yLeaf-to-air vapour pressure deficit (VPD).

^xAvg. air temperature range was from 25.9 to 29.2°C and light levels were kept constant to 1,000 µmol m⁻² s⁻¹, using the Li-Cor red/blue LED internal light source. Concentration of CO₂ was controlled to 380 µmol.

^wAvg. air temperature range was from 29.9 to 30.8°C and light levels were kept constant to 1,500 µmol m⁻² s⁻¹, using the Li-Cor red/blue LED internal light source. Concentration of CO₂ was controlled to 350 µmol.

Table 3. Effects of white materials for coating to fruits on incidence of sunburn disorder and fruit qualities in 'Fuji'/M.9 apple trees for 3 years (2001~2003)

Treatment ^y	Incidence of sunburn (%)	Fruit weight (g)	Fruit firmness (kg/Ø8 mm)	Solid soluble content (°Brix)	Fruit red color (Hunter a value)
Exp. in 2001 ^y					
Control	18.9 a ^z	288.3 b	3.0 a	13.7 a	24.1 a
Lime milk	9.7 b	294.2 ab	2.9 a	13.7 a	21.2 b
CaCO ₃	6.4 b	303.2 a	3.0 a	13.7 a	21.7 ab
Kaolin	9.9 b	298.5 ab	3.0 a	14.1 a	24.0 a
Exp. in 2002 ^y					
Control	20.0 a ^z	274.1 a	2.8 b	13.1 b	19.7 a
Lime milk	15.6 ab	268.6 a	3.0 a	13.8 a	20.1 a
CaCO ₃	12.0 b	281.3 a	3.1 a	13.8 a	20.8 a
Kaolin	9.4 b	278.6 a	2.9 b	13.0 b	20.1 a
Exp. in 2003 ^y					
Control	9.4 a ^z	268.0 b	3.0 a	13.1 a	20.9 a
Lime milk	6.7 ab	262.8 b	3.0 a	13.0 a	19.8 a
CaCO ₃	3.9 b	284.3 a	3.1 a	13.4 a	20.0 a
Kaolin	3.2 b	270.3 b	3.1 a	13.3 a	21.2 a

^zMeans followed by the same letter are not significantly different using Duncan's multiple range test, $P < 0.05$.

^yExp. 2001; accumulated days over 31°C at maximum air temperature and accumulated total quantum per day between 15 May and 31 August were 41 days and 9.29 MJ/m², Exp. 2002; these were 21 days and 9.29 MJ/m², Exp. 2003; these were 10 days and 7.68 MJ/m².

^xFoliar treatments of lime milk, CaCO₃, and kaolin was applied four times in two-week interval since late in June for 3 years; Spraying concentration of lime milk, CaCO₃, and kaolin was 1.5%, 2.5%, and 2.5%, respectively.

처리 간에 차이가 없었다(Table 2).

흰색 코팅제 처리에 따른 일소 발생률은 2001, 2002년의 경우 흰색 코팅 처리구들이 6.4~15.6%로 대조구의 18.9~20.0%보다 약 4.4~12.5% 정도 감소되었으며, 2003년도에는 흰색 코팅 처리구들이 3.2~6.7%로 대조구(9.4%)보다 약 2.7~6.2% 정도 감소되었다. 흰색 코팅제 종류별 일소 발생률은 탄산칼슘과 카올린 처리구는 각각 3.9~12.0%와 3.2~9.9%로 처리 간에 차이가 없었으나 대조구와 비교하면 일소 발생이 약 1/3수준으로 감소하였다. 그러나 석회유 처리구는 2001년도만 대조구와 차이가 있었을 뿐 2002, 2003년에는 대조구와 유의한 차이가 없었다(Table 3).

흰색 코팅제 처리간 과실 품질을 비교해 본 결과, 과중은 2002년에는 처리에 따른 차이가 없었으나 2001년과 2003년에는 탄산칼슘 처리구가 높게 나타났으며, 전반적으로 코팅제 처리구들의 과중이 대조구보다 높은 경향이 있었다. 경도와 가용성 고형물 함량에 있어서는 2002년도에만 석회유 및 탄산칼슘 처리구가 대조구보다 높았을 뿐 2001년과 2003년에는 차이를 보이지 않았다. 착색은 2001년도에만 대조구가 가장 높았을 뿐 이후에는 코팅 처리구와 차이가 없었다(Table 3).

IV. 고 찰

일소는 기온이 31°C 이상이면서 강한 일사를 받게 되면 과실 온도가 40~45°C까지 높아지면서 발생하므로 과실 온도를 효과적으로 줄이는 것이 중요하다(Schrader *et al.*, 2008; Song *et al.*, 2009). 일소 방지 대책에 대하여 Palmer *et al.*(2003)은 스프링클러를 이용해 사과나무에 살수 처리를 하면 기화냉각이 이루어지면서 주변의 기온을 낮추어 과실의 온도를 감소시킬 수 있다고 하였다. 살수 처리가 기온과 과실 온도에 미치는 영향에 대해 Iglesias *et al.*(2005)는 7~9월 사이 30°C를 넘는 정오에 살수 처리를 하면 기온이 4~10°C 정도 감소된다고 하였으며, Parchomchuk and Meheriuk(1996)는 살수 처리구의 과실 온도는 대조구보다 8.1°C 정도 떨어져 일소 발생이 약 10% 정도 감소된다고 하였다. 본 연구 역시 7월말에서 8월 초 사이에 집중적으로 미세살수가 이루어졌으며(Fig. 1), 미세살수 처리구의 13~16시 평균기온이 대조구보다 1.2~3.6°C정도 낮아졌고(Fig. 2), 일소 발생률도

약 10% 정도 감소되었다(Table 1).

살수 처리가 과실 품질에 미치는 영향에 대해서 Iglesias *et al.*(2005)는 살수 처리가 과중, 경도, 가용성 고형물 함량 및 착색을 향상시킨다고 보고하였고, Parchomchuk and Meheriuk(1996)는 가용성 고형물 함량만 감소될 뿐 과중, 경도, 착색은 차이가 없었고 하였고, Gindaba and Wand(2005)는 과중은 증가하지만 경도, 가용성 고형물 함량, 착색은 품종에 따라 다르게 나타났다고 보고하였다. 본 연구에서는 경도를 제외한 과중, 가용성 고형물 함량 및 착색 등은 미세살수가 대조구보다 높게 나타났는데(Table 1), 이처럼 미세살수 처리구의 과실 품질이 대조구보다 높은 이유는 살수 처리에 의해 토양 내 수분 함량과 공기 중 습도의 증가와 더불어 30°C 이하의 낮은 기온이 오래 유지되면서 잎의 광합성 능력이 증가되었기 때문이라고 판단되었으며, 이는 Gindaba and Wand(2005)의 연구와 일치되는 견해이다. 또한 미세살수의 부정적인 영향으로 우려할 수 있는 토양 과습에 의한 증상은 연구기간 동안 관찰되지 않았다.

일소 방지제로 개발된 카올린(surround WP)은 흰색을 띄는 물질로(Corelli Grappadelli, 2003), Glenn *et al.*(2001)의 연구에 의하면 기온이 30°C 이상인 고온 조건에서 카올린을 엽면 살포하면 잎의 온도 감소로 인해 광합성 능력과 기공전도도가 증가하지만 정오 기온이 25°C 이하일 경우에는 잎 표면의 광 투과가 감소하여 광합성 능력이 감소될 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 2003년도 8월초에 카올린과 동일한 흰색 코팅제인 탄산칼슘을 살포한 처리구와 대조구를 대상으로 광합성을 조사하였는데, 평균기온이 30°C 이하였던 8월 2일 오전의 경우에는 처리구간 광합성 속도 차이가 없었으나 기공전도도, 증산속도 및 수증기압차(VPD)는 대조구가 더 높게 나타났다. 그러나 평균기온이 약 30°C이었던 8월 9일의 오후에는 탄산칼슘 처리구의 광합성 속도, 기공전도도 및 증산속도가 대조구보다 높았고(Erez and Glenn, 2004; Glenn *et al.*, 2001), 수증기압차는 차이가 없었다. 일반적으로 수증기압차는 기온과 습도에 따라 달라지며, 수증기압차가 클수록 증산속도는 증가되지만(Park *et al.*, 2004), 수증기압차가 2.0kPa을 넘으면 기공전도도와 광합성 속도가 감소된다(Yoon and Richter, 1991). 본 연구에서는 오후 조사의 경우 2시간 내 평균기온 차이가 0.3°C로 차이가 거의 없었던 반면에 오전 조

사는 3.3°C로 변화의 폭이 컸기 때문에 처리간 기공 전도도, 증산속도 및 수증기압차의 차이가 나타난 것으로 추정되었다. 따라서 오전 측정 시에 만약 기온변화의 폭이 적어 수증기압차가 비슷하였다면 평균기온이 25°C를 넘은 오전, 오후 두 시기 모두 탄산칼슘 처리구의 광합성 속도가 대조구보다 더 높았을 것으로 생각되었다(Table 2).

일반적으로 카올린과 같은 흰색 코팅제를 엽면 살포하면 과실 및 잎의 표면온도가 무처리보다 2.4°C 정도 감소되어 일소 발생이 감소된다고 알려져 있다 (Gindaba and Wand, 2005; 2008; Glenn *et al.*, 2002; Glenn and Puterka, 2004; Grange *et al.*, 2004; Wand *et al.*, 2006; Wüschel *et al.*, 2004). 본 연구 역시 흰색 코팅제를 처리할 경우 일소 발생률이 감소하는 경향을 나타내었으나 연도에 따라 억제 정도에는 차이가 있었다(Table 3). 이는 최고기온이 31°C 이상이었던 누적일수와 일일 일사량이 연도마다 달랐기 때문으로 (Song *et al.*, 2009), 이러한 조건 속에서 안정적으로 일소 발생을 억제한 처리제는 탄산칼슘과 카올린이었다(Table 3). 석회유 처리구의 일소 발생률이 연도에 따라 달랐던 이유는 잎의 석회유 잔류 정도가 탄산칼슘과 카올린 만큼 오래 지속되지 않아 과실 온도를 효과적으로 낮추지 못했기 때문이라고 판단되었다 (Glenn *et al.*, 2002).

과실 품질에 있어서는 카올린을 살포할 경우, 과중과 착색 값이 감소되거나 (Schupp *et al.*, 2002), 이와 반대로 과중과 착색 값이 증가된다는 보고 (Erez and Glenn, 2004; Glenn *et al.*, 2001)가 있으며, 이러한 상반된 결과에 대해 품종에 따른 차이라는 연구결과 (Gindaba and Wand, 2005; Wand *et al.*, 2006)도 있다. 본 연구에서는 과중의 경우, 2002년에는 처리에 따른 차이가 없었으나 2001년과 2003년에는 탄산칼슘 처리구에서 가장 높게 나타났으며, 전반적으로 코팅제 처리구의 과중이 대조구보다 높은 경향이 있었다 (Table 3). 이는 흰색 코팅제가 광을 반사하여, 잎의 온도가 30°C 이상 올라가는 것을 방지하고, 고온에 의한 잎의 동화산물 생성 억제 작용을 감소시킨다는 보고 (Erez and Glenn, 2004; Glenn *et al.*, 2001; Palmer *et al.*, 1994)와 일치하는 결과로, 본 연구의 탄산칼슘 처리구의 광합성 속도가 대조구보다 높았던 결과 (Table 2)로 증명할 수 있다. 경도 및 가용성 고형물 함량의 연도별 차이는 도포된 코팅제의 부착 잔류 정도에 따

른 차이로 추정되었다.

적 요

본 연구는 '후지'/M.9 재배에 있어 최근 문제시 되는 일소 발생 경감 기술을 비교 분석하기 위하여 3년 (2001~2003) 동안 수행하였다. 일소는 과실 성숙기에 높은 온도와 일사광에 의해 과실 온도가 40~45°C에 달할 경우 발생하므로 과실 온도를 효과적으로 줄이는 것이 매우 중요하다. 이에 6월말 이후 흰색 코팅제인 카올린 및 탄산칼슘을 2주 간격으로 4회 처리한 실험과 7월 말에서 8월 중순 사이에 기온이 31°C 이상일 때 미세살수 한 실험 결과를 분석해 본 결과, 두 실험 모두 일소 발생이 현저하게 감소되면서 과실품질이 향상된 것으로 나타났다. 이는 이들 처리들이 과실과 잎의 온도를 감소시켜서 광합성 능력이 증가했기 때문인 것으로 판단되었다.

REFERENCES

- Blanke, M. M., 2008: Perspectives of fruit research and apple orchard management in Germany in a changing climate. *Acta Horticulturae* **772**, 441-446.
- Corelli Grappadelli, L., 2003: Light relations. Apples; botany, production and uses, D. C Ferree and I. J. Warrington (Eds.), CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, 195-216.
- Erez, A., and A. M. Glenn, 2004: The effect of particle film technology on yield and fruit quality. *Acta Horticulturae* **636**, 505-508.
- Gindaba, J., and S. J. E. Wand, 2005: Comparative effects of evaporative cooling, kaolin particle film, and shade net on sunburn and fruit quality in apples. *HortScience* **40**(3), 592-596.
- Gindaba, J., and S. J. E. Wand, 2008: Comparison of climate ameliorating measures to control sunburn on 'Fuji' apples. *Acta Horticulturae* **772**, 59-64.
- Glenn, D. M., and G. Puterka, 2004: Particle film technology: An overview of history, concepts and impact in horticulture. *Acta Horticulturae* **636**, 509-511.
- Glenn, D. M., E. Prado, A. Erez, J. McFerson, and G. J. Puterka, 2002: A reflective, processed-kaolin particle film affects fruit temperature, radiation reflection and solar injury in apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **127**(2), 188-193.
- Glenn, D. M., G. J. Puterka, S. R. Drake, T. R. Unruh, A. L. Knight, P. Baherle, E. Prado, and T. A. Baugher, 2001: Particle film application influences apple leaf physiology,

- fruit yield and fruit quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **126**(2), 175-181.
- Grange, M., S. J. E. Wand, and K. I. Theron, 2004: Effect of kaolin applications on apple fruit quality and gas exchange of apple leaves. *Acta Horticulturae* **636**, 545-550.
- Iamsub, K., Y. Sekozawa, S. Sugaya, H. Gemma, and Y. Kamuro, 2008: Improvement of fruit quality by S-ABA and the fertilizer formulated K, P, Mg, Bo, Mn containing S-ABA as pre-harvest application on peaches and apples. *Acta Horticulturae* **804**, 219-224.
- Iglesias, I., J. Salvia, L. Torguet, and R. Montserrat, 2005: The evaporative cooling effects of overtree microsprinkler irrigation on 'Mondial Gala' apples. *Scientia Horticulturae* **103**, 267-287.
- National Agricultural Products Quality Management Service (NAQS), 2007: Investigation of actual condition on fruit tree. NAQS Press, Anyang, Korea.
- Palmer, J. W., J. P. Privé, and D. S. Tustin, 2003: Temperature. Apples; botany, production and uses, D. C. Ferree and I. J. Warrington (Eds.), CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, 217-236.
- Parchomchuk, P., and M. Meheriuk, 1996: Orchard cooling with pulsed overtree irrigation to prevent solar injury and improve fruit quality of 'Jonagold' apples. *HortScience* **31**(5), 802-804.
- Park, J. G., S. K. Kim, J. Y. Lee, S. H. Kim, and Y. U. Shin, 2004: Seasonal and daily patterns of xylem sap transportation in 'Fuji'/M.9 apple trees. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* **22**(3), 310-314. (In Korean with English abstract)
- Paulin, R., 1989: An apple production system for Western Australia. *Acta Horticulturae* **240**, 109-114.
- Piskolczi, M., C. Varga, and J. Racsko, 2004: A review of the meteorological causes of sunburn injury on the surface of apple fruit (*Malus domestica* BORKH). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* **12**, 245-252.
- Saudreau, M., A. Marquier, B. Adam, P. Monney, and H. Sinoquet, 2008: On the relationship between tree architecture, microclimate, and fruit temperature within a tree crown. *Acta Horticulturae* **803**, 217-224.
- Schrader, L., J. Sun, J. Zhang, D. Felicetti, and J. Tian, 2008: Heat and light-induced apple skin disorders: Causes and prevention. *Acta Horticulturae* **772**, 51-58.
- Schrader, L., J. Zhang, and J. Sun, 2003: Environmental stresses that cause sunburn of apple. *Acta Horticulturae* **618**, 397-405.
- Schupp, J., E. Fallahi, and I. J. Chun, 2002: Effect of particle film on fruit sunburn, maturity and quality of 'Fuji' and 'Honeycrisp' apples. *HortTechnology* **12**, 87-90.
- Schupp, J., E. Fallahi, and I. J. Chun, 2004: Effect of particle film on fruit sunburn, maturity and quality of 'Fuji' and 'Honeycrisp' apples. *Acta Horticulturae* **636**, 551-556.
- Smit, A., W. J. Steyn, and S. J. E. Wand, 2008: Effects of shade netting on gas exchange of Blushed apple cultivars. *Acta Horticulturae* **772**, 73-80.
- Song, Y. Y., M. Y. Park, S. J. Yang, and D. H. Sagong, 2009: Influence of air temperature during midsummer on fruit sunburn occurrence in 'Fuji'/M.9 apple tree. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* **12**(4), 127-134. (In Korean with English abstract)
- Wand, S. J. E., K. I. Theron, J. Ackerman, and S. J. S. Marais, 2006: Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae* **107**, 271-276.
- Wünsche, J. N., J. Bowen, I. Ferguson, A. Woolf, and T. McGhie, 2004: Sunburn on apples-Causes and control mechanisms. *Acta Horticulturae* **636**, 631-636.
- Yoon, T. M., and H. Richter, 1991: Stomatal conductance and leaf water parameters of apple, pear, sweet cherry and plum in an orchard. *Gartenbauwissenschaft* **56**, 75-81.