

포도 ‘캠벨얼리’의 비가림 폭에 따른 과신품질 및 갈색무늬병 발생양상

김수진¹ · 박서준¹ · 허윤영¹ · 남종철¹ · 고상욱¹ · 정성민^{1*}

¹국립원예특작과학원 과수과

Fruit Quality and Occurrence of Brown Leaf Spot Disease (*Pseudocercospora vitis*) according to the Width of Plastic Shelter in the Grape ‘Campbell Early’

Su Jin Kim¹, Seo Jun Park¹, Youn Young Hur¹, Jong Chul Nam¹, Sang Wook Ko¹, and Sung Min Jung^{1*}

¹Fruit Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA Wanju 565-852, Korea.

Abstract. The objective of this experiment was to evaluate the effects of application wide plastic shelter (WPS) in the ‘Campbell Early’ grape. WPS was developed 30cm wider than standard plastic shelter (SPS; 210cm). Under the plastic shelter, the average daily temperature was 2~3°C higher than ambient temperature, but WPS treatment was 0.5~1°C higher than SPS treatment. However, relative humidity 15~20% lower than ambient and shown different result between two treatments annually. The occurrence of brown leaf spot disease caused by *Pseudocercospora vitis* on the vineyard decreased 55.6% (2012) and 17.2% (2013) under WPS than SPS. Grape bunches collected two harvest seasons (2012, 2013), were analyzed fruit quality (total soluble solid; TSS, titratable acidity; TA, berry weight, berry size). In 2012, grapes had no differences in the quality of two treatments, but in 2013, significantly increase 0.4 °Bx of TSS and decrease 0.8% of TA on the WPS than SPS. It suggests that the application WPS reduced the incidence of brown leaf spot disease annually, and then affect to the fruit quality.

Additioanl key words : Brown leaf spot disease, fruit quality, grape, plastic shelter

서 론

우리나라의 기후에서는 전체 강수량의 50~60%가 여름에 집중되며, 이는 여름철 강우에 취약한 유럽종 포도 (*Vitis vinifera*)의 재배적인 특성에 매우 불리한 환경이다. 이로 인해 우리나라에서는 이와 같은 기후에 재배가 비교적 용이한 미국종 교잡종인 캠벨얼리(*Vitis labruscana*) 포도를 주로 재배하고, 이와 함께 불리한 기후를 극복하기 위한 재배적인 방법으로 하우스, 비가림, 바닥멀칭 재배를 하며, 점차 그 면적이 늘어나고 있다.

포도의 비가림재배는 1950년대에 남부 이탈리아 등지에서 처음 시도되었고 이후 농업용의 비닐소재가 개발되면서부터 이를 활용한 재배가 본격적으로 시작되었다. 포도의 비가림재배는 크게 두 가지 형태로 나뉘는데 조기에 성숙을 촉진하기 위한 목적으로 겨울에 측면까지 비닐로 막아 재배하는 형태와, 변색기에 비닐을 수관부

분만 멀칭하여 숙기를 지연시키는 방법으로 이용한다. 전자와 같이 조기 수확을 목적으로 하는 비가림시설은 지상으로부터의 복사열을 차단하여 내부 온도를 상승시키고 지상부의 증산작용에 의해 발생한 수증기의 확산을 방해하여 내부 습도 역시 상승하며, 이 경우 조기에 신초장, 엽면적이 증가하여 조기수확이 가능한 것으로 알려져 있다(Novello 와 Palma. 2008). 포도는 광포화점이 700~900 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 정도로 비교적 낮은 과수로(Cartechini and Palliotti 1995), 비가림하에서 재배중인 포도잎과 노지재배 포도잎의 광합성 능력을 비교하면, 한여름의 경우 비가림 처리구의 포도잎이 오히려 광합성효율이 높은데 이는 비가림에 사용한 비닐로 과도한 햇빛을 차단한 효과로 과도한 광에 의해 발생하는 광저해반응을 방지하기 때문인 것으로 알려져 있다 (Chavarria 등 2012).

한편 우리나라에서는 1988년부터 포도 비가림재배 체계가 시험되어(Son 등, 1988), 공식적으로 1999년 포도 비가림 재배를 위한 표준시설이 제시되었다(Lee 등, 1999). 이들의 결과는 비가림시설 설치에 따른 수관내의 온도 증가가 나타나는 반면 잎의 병해방지 효과가 수관내 온도상승에 의한 광합성을 저하를 상쇄하고도 남을

*Corresponding author: fizzfizz@korea.kr
Received February 16, 2015; Revised March 02, 2015;
Accepted June 02, 2015

만큼 큰 효과를 가진다고 보고하고 있다. 또한 최근 비가림으로 인해 향상된 광합성능력과 함께 비가림시설 자체의 겨울철 방풍효과로서 수체의 건조가 물리적으로 방지되어 포도의 내한성이 향상된다는 보고도 제시되었다 (An 등, 2012).

본 시험은 직접적인 경우로부터 포도잎을 보호하는 비가림의 폭에 따른 병 발생 양상을 비교함으로써 물리적 병방제 효과를 살펴보고, 비가림 폭에 따른 수체생육 및 과실품질의 변화양상을 살펴봄으로써 포도 캠벨얼리 품종에서 광폭비가림시설의 적용가능성을 시험해 보고자 하였다.

재료 및 방법

1. 광폭비가림 및 갈색무늬병 이병엽조사

시험이 실시된 포장은 경기도 안산시 대부도에 위치한 포도 캠벨얼리 품종 재배농가로 재식간격은 2.5 m × 2.5 m이며, 주지 높이 1.4 m의 개량일자형 수형을 사용하였다. 2012년 재배면적 2,500 m²중 1,000 m²에 기존에 설치되어 있던 2.1 m폭의 표준비가림 시설을 철거하고 폭 2.4 m의 광폭비가림을 설치하였다. 비닐의 재질은 PE film으로 두께 0.08 mm를 사용하였다. 과원 내 미기상 요소의 측정을 위해 각 처리구에서 중심열을 선정된 뒤 과방위치인 지상 160 cm에 온습도 데이터로거 (Watchdog 1000, Spectrum technology LLC, USA)를 설치하였다. 갈색무늬병은 수확 직후 각 처리구에서 중심주를 선정된 뒤 상하좌우에 위치한 포도나무에서 각 200 엽을 달관 조사하여 갈색무늬병 이병엽의 숫자를 조사하였다.

2. 과실품질조사

과실특성평가는 다음과 같은 방법으로 수행하였다. 각 비가림 처리구별 무작위로 3 개의 포도나무로부터 주당 20 개의 송이를 수확한 뒤 저울을 이용하여 송이무게를 측정하고 과립의 개수를 파악하여 과립중을 산출하였다. 그 중 5 개의 송이를 선택하여 과립을 각각 5 립씩 채취

하고 거르로 감싼 뒤 압착한 과즙으로 pH, 당 함량 (Total soluble solids, TSS) 및 적정산도(Titratable acidity, TA)를 측정하였다. 당 함량은 휴대용 굴절 당도 측정기(PAL-1, ATAGO, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 적정산도는 자동적정산도기(Titroline easy, Schott, Germany)를 사용하여 과즙 5mL에 증류수 20mL을 넣은 다음 0.1N NaOH를 이용하여 pH 8.2로 적정한 0.1N NaOH 양에 해당하는 산도를 포도의 주요 유기산인 tartaric acid의 함량으로 환산하여 나타내었다. 당 함량 및 적정산도는 처리구별 각각 3회 반복하여 시료를 채취하여 측정하였다. 조사된 모든 데이터는 통계프로그램인 'R' program(Ver. 2.13.0)의 'Rcmdr' package(Ver. 1.6.4)를 이용하여 t-검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 광폭비가림설치에 따른 미기상의 변화

광폭비가림은 포도 캠벨얼리의 주간 2.7 m 열간 2.7 m 재식간격에 설치된 기존의 210 cm의 표준 비가림폭을 240 cm로 30 cm 넓게 만들어진 것으로 그 형태는 Fig. 1과 같다. 비가림의 설치는 표준 열간거리 2.7 m 인 경우 비가림 사이가 30 cm정도 떨어지게 구성되지만 설치 농가의 열간이 2.5 m로 구성 되어 있어 비가림과 비가림 사이폭이 30 cm 보다는 좁게 설치되었다. 표준비가림이나 광폭비가림의 경우 외부기온보다 약 2~3°C 가량 온도의 상승이 조사되었다. 광폭비가림의 과실위치에 설치된 온도센서의 경우 연차간 차이는 있지만 늘어난 비가림 면적만큼 온도의 상승이 나타났으며 그 차이는 기존 비가림 대비 약 0.5~1°C 가량 온도가 상승하는 것으로 조사되었다(Fig. 2, A, B). 반면 상대습도의 경우 외부 습도에 비해 비가림하의 습도가 15~20% 가량 낮은 경향을 보였으며 연차간 차이가 나타나, 2012년의 경우 볼라벤, 덴빈, 산바 등 태풍으로 인해 8월의 강수량이 매우 많았음에도 불구하고 표준비가림과 광폭비가림간의 차이가 크지 않았다(Fig. 2, C, D). 그러나 2013년에는

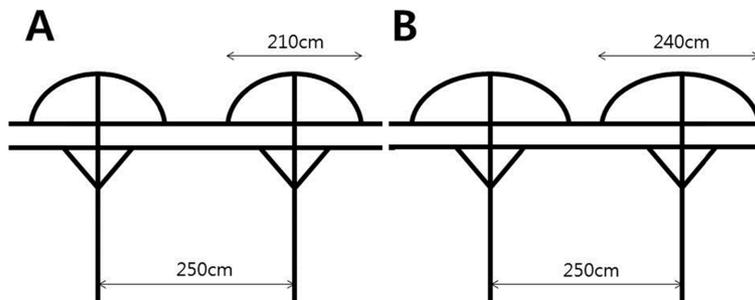


Fig. 1. Standard plastic shelter (A; SPS), and wide plastic shelter (B; WPS), the wide plastic shelter is wider 30cm than standard plastic shelter.

포도 '캠벨얼리'의 비가림 폭에 따른 과실품질 및 갈색무늬병 발생양상

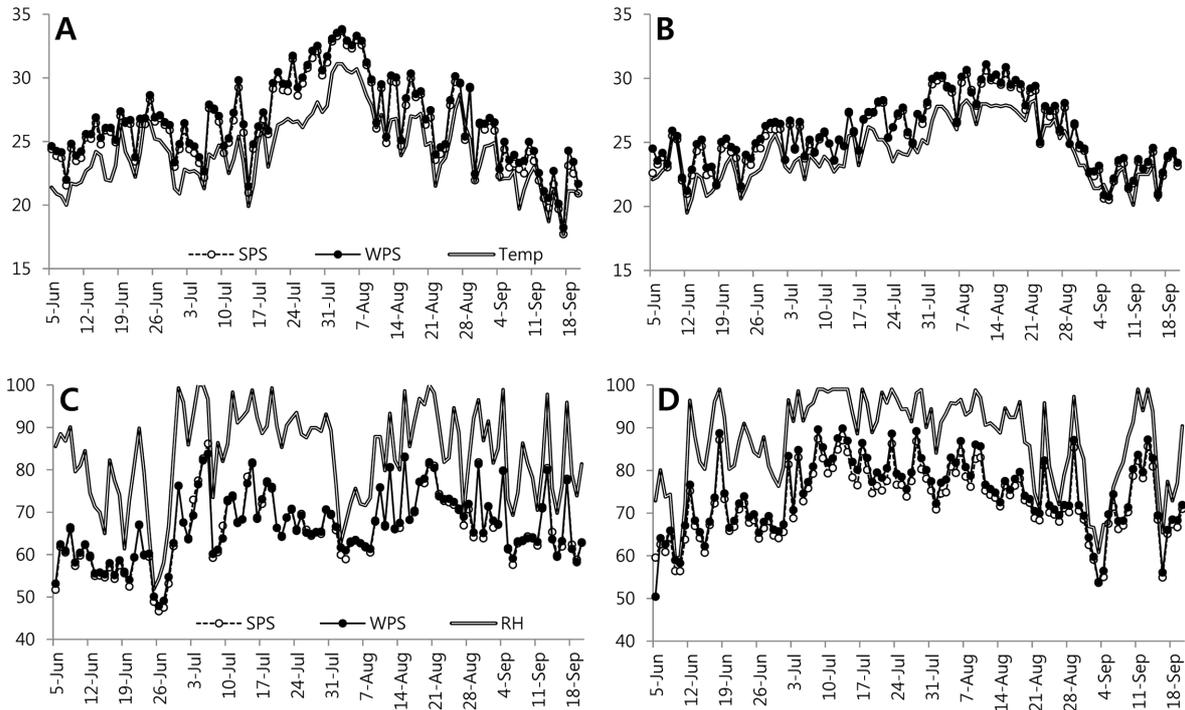


Fig. 2. Daily average temperature (A: 2012, B: 2013;) and Daily average humidity (C: 2012, D: 2013; %) differences between SPS and WPS.

Table 1. Microclimate factors of experiment field in 2012 and 2013.

Microclimate factor ^c	Year	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
Average Temperature (°C)	2012	22.9	24.5	26.7	21.0
	2013	22.2	24.1	26.9	21.5
Relative Humidity (%)	2012	74.0	91.1	84.3	79.3
	2013	81.9	95.2	88.6	78.9
Precipitation (mm)	2012	90.8	425.3	365.2	161.1
	2013	36.9	447.4	120.7	204.5
Wind speed (m/s)	2012	2.4	2.4	2.9	2.6
	2013	2.3	3.6	2.8	2.8

^cdata in Incheon from annual climatological report in Korea

약 2% 범위에서 기존의 표준비가림에 비해 광폭비가림이 높은 경향을 나타내었다. 2013년의 경우에는 태풍피해가 없어 강수량이 적지만, 외기의 상대습도가 높은 경우 (Table 1), 표준비가림에 비해 비가림간격이 좁은 광폭비가림은 비가림 내부의 습도가 표준비가림에 비해 약 2% 정도 높게 유지된 것으로 판단된다. 비슷한 시험으로 Cabernet Gemischt 포도를 대상으로 Vertical shoot position (VSP) 수형으로 상부에 1.7 m 넓이의 비가림을 설치하였을 때 비가림설치구가 노지와 비교할 때 온도는 약 3°C, 습도

는 2% 정도 노지조건 보다 높은 것으로 나타났다(Meng 등, 2013). 또한 비슷한 예로서 비가림시설의 폭과 비가림 간격이 좁아질수록 온도의 상승효과가 두드러졌으며 비가림의 경우 노지온도보다 약 3°C가 높아짐을 보고하였다 (Yum 등, 2004). 반면 조기비가림의 경우 온도 및 습도가 증가하고, 후기비가림의 경우 온도 및 습도의 차이는 없다는 결과 (Novello 와 Palma, 2008)와 비교해 보면 본 시험에서 농가에 설치된 광폭비가림은 양 옆이 개방되어 공기의 순환이 하우스에 비해 원활하지만 표준비가림과 비교할 때 상부 대기와의 공기순환에 있어서 불리하므로 비가림하의 상대습도가 표준비가림보다 상승할 수 있다. 그러나 외부상대습도 대비 표준비가림과 광폭비가림 모두 15~20% 가량 낮게 유지되는데에 비해 약 2% 가량의 차이는 비가림 처리간 차이가 없는 것으로 생각되며, 다만 온도의 경우 광폭비가림이 대조구의 표준비가림시설보다 복사열을 차단하는 면적이 상대적으로 넓어져서 평균기온이 약 1도 정도의 차이를 나타낸 것으로 보인다. 따라서 비가림 시설 설치에 따른 온도의 상승은 피할 수 없지만 비가림 아치와 포도 수관이 위치하는 덕면 사이를 30cm 이상 띄워 일정 부분 분리(Lee 등, 1999)하거나 비가림 폭을 조절하는 경우 (Yum 등, 2004) 온도 상승을 최소화 할 수 있다.

2. 광폭비가림설치에 따른 포도 갈색무늬병 발생의 차이
2012년의 결과로 보았을 때 포도 갈색무늬병의 이병엽

Table 2. Infection rate of grape ‘Campbell Early’ caused by *Pseudocercospora vitis* between SPS and WPS.

Treatment	2012	2013
WPS (240cm)	27.7	29.7
SPS (210cm)	62.4	35.9
Significance ^z	**	*

^z **: Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), ns; Not significant.

률은 광폭비가림에서 27.7%, 기존의 표준비가림은 62.4%로 매우 큰 차이를 나타내었고, 2013년의 결과로 보면 포도 갈색무늬병의 이병엽률은 광폭비가림에서 29.7%, 표준비가림에서 35.9%로 나타나 큰 차이를 보인 않지만 유의한 이병엽률의 차이를 나타내었다(Table 2). 2013년의 경우 표준비가림에서의 습도가 2% 가량 광폭비가림에 비해 낮았는데 앞서 언급한대로 상층부 대기와의 공기순환에 있어서 표준비가림에 비해 광폭비가림이 약간 불리한 점이 있다. 하지만 광폭비가림의 이병엽률은 같은 수준인데 비해 표준비가림의 이병엽률이 큰 폭으로 감소하였는데 이는 2013년의 8월 강수량이 현저하게 적은점이 작용한것으로 보인다(Table 1). 일반적으로 포도 갈색무늬병은 포도 캠벨얼리에 있어서 하우스 조건보다 노지에서 병발생율이 높고, 작형과 관계없이 변색기 이후 수확기에 근접해서 병의 진전이 급격하게 증가하는 것으로 알려져 있다 (Jung 등, 2009). 포도 캠벨얼리에서 갈색무늬병 발생이 시작되는 조건은 온도는 일 평균기온 25°C, 일최저기온이 20°C를 넘어서는 조건으로, 상대습도의 경우 비가림에서는 상대습도 80% 이상으로 보고하였다 (Jung 등, 2009). 또한 비가림시설이라도 비가림 외부로 포도의 신초가 도장한 경우 강우에 노출된 신초에서의 갈색무늬병 이병엽이 많았다는 사실 (Park, 2004)로 미루어 볼 때 포도 갈색무늬병의 발생 및 진전에는 일정수준이상의 강우 및 상대습도가 필요한 것으로 보인다. 앞선 연구에서도 갈색무늬병에 있어서는 노지의 발생율이 57.2%, 비가림의 발생률이 33.5%로 보

고하였고(Lee 등, 1999), 또한 Cabernet Gernischet 포도로 VSP 수형을 구성하여 상부에 1.7m 넓이의 비가림을 설치하고 노지조건과 비교하였을 때 비가림 설치구가 33.9%, 노지조건이 64.3%의 병해피해를 본 것으로 보고하고 있다(Meng 등, 2013). 따라서 본시험의 결과 연차간 차이는 있지만 표준비가림 폭과 광폭비가림 설치 후 늘어난 면적만큼 포도잎이 직접적인 강우로부터 차단되고 그에 따라 포도 갈색무늬병의 발생에 영향을 미친 것으로 판단된다.

3. 광폭비가림설치에 따른 과실품질의 비교

동일한 엽면적으로 관리한 시험포의 처리구간 과실특성에 있어서 2012년 결과로는 당도, 산도, pH의 경우에는 차이가 없었으나 광폭비가림의 경우 과립횡경이 약 1 mm, 과립종경이 약 1 mm, 과립중도 약 1 g 정도 적게 나타났다(Table 3). 일반적으로 나무의 수세가 강한 경우 착립에는 문제가 발생하여 화진현상이 발생하나, 착립 이후에는 오히려 세력이 센 경우가 과실크기와 무게에 있어서 더 좋은 특성을 보이는 경우가 많으며, 또한 광폭비가림의 설치 첫해의 결과이므로 2012년의 결과에서 큰 차이를 보이지 않은 것은 일시적인 결과로 판단된다. 과실특성 중 2013년에 수확한 과실의 크기와 관련된 특성은 큰 차이를 보이지 않아 2012년 수확한 과실과 연차 별 차이가 관찰되었다. 2013년 결과에 있어서는 당도가 0.4°Bx 높았고 산도가 0.8% 낮은 유의한 차이를 나타내었는데 앞선 연구결과를 살펴보면 포도 갈색무늬병의 발생정도를 상중하로 나누어 비교하였을 때 상, 하 집단간의 당도는 약 20%가량 저하된다는 보고(Park 등, 2006)와 비교하면 확연한 차이는 아니지만 이는 2012년, 2013년에 걸쳐 축적된 이병엽률의 차이인 것으로 판단된다. 또한 인위적인 적엽처리를 통한 시험에서 캠벨얼리의 적정 엽면적은 부초엽을 포함한 15 엽이며 이보다 적을수록 당함량이 감소하고 산함량이 증가한다는 보고(Park 등, 2011)로 볼 때 이병엽률의 증가는 그만큼의 가용한 엽면적 손실로 볼 수 있으므로 같은 결과로 볼 수 있다.

Table 3. Fruit quality and berry growth of grape ‘Campbell Early’ between SPS and WPS.

Year	Treatment	Total soluble solids (°Bx)	Titrateable acidity (%)	pH	Berry width (mm)	Berry height (mm)	Berry weight (g)
2012	WPS (240cm)	16.1	0.42	3.65	21.1	20.6	6.22
	SPS (210cm)	15.6	0.44	3.47	22.5	21.9	7.23
	Significance ^z	ns	ns	ns	**	**	**
2013	WPS (240cm)	17.1	0.47	3.49	22.9	22.2	7.16
	SPS (210cm)	16.7	0.55	3.55	22.5	21.9	7.01
	Significance ^z	*	*	ns	ns	ns	ns

^z **: Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed), *, Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed), ns; Not significant.

Cabernet Gernischet 품종으로 시험된 결과에서는 연차간 차이는 있지만 일반적으로 비가림 설치구에서 당도의 증가와 산도의 감소가 노지처리구 보다 지연된다고 하였다(Meng 등, 2013). 또 다른 연구 결과로 비가림폭이 넓으면 넓을수록 거봉 포도의 당도가 증가하는 것으로 조사되었고 다만 산도의 경우에는 노지조건보다 산도가 높은 것으로 조사되었다(Yum 등, 2004). 이는 비가림을 설치하였을 때 비닐에 의한 광투과량 감소에 의한 광합성량 감소 그리고 온도상승에 의한 광합성량의 감소로 인한 효과로, 특히 비닐과 수관이 공간이 없이 밀착되는 형태인 경우 엽온의 상승으로 인해 엽소의 발생도 많았다는 사실이 이를 간접적으로 증명한다(Lee 등, 1999). 반면 본시험 결과에서는 비가림 덕면과 비가림아치 사이가 30 cm로 떨어져 있어, 광폭비가림 설치구의 온도증가가 대조 표준비가림시설에 비해 그리 높지 않았다(0.5~1°C). 따라서 포도 갈색무늬병 이병엽률 감소에 의해 가용한 엽면적이 증가한 효과로 포도과실의 당도가 증가하고 산도가 감소하는 차이가 나타난 것으로 판단된다. 포도의 엽면적이 무한대로 증가한다고 해서 그에 따른 포도품질의 향상이 무한대로 향상되지 않지만 일정범위내의 엽면적 증가에 따른 포도 품질의 향상효과는 이미 많은 품종에서 보고되었다(Kliewer 등, 2005; Bavaresco 등, 2008; Zoecklein 등, 1992). 비가림과 노지에서 포도의 생육을 비교해 볼 때 비가림하에서의 생육이 월등히 좋은 것으로 나타나는데, 이는 단순히 강우에 의한 병의 진전 억제뿐만 아니라 포도생육에 유해한 UV의 차단효과와 온도의 상승에 의한 것으로도 보고되어있다(Novello 등, 1999).

비가림의 역할은 포도잎이 강우에 직접 노출되는 것을 방지하기 위한 목적으로 비가림 처리에 의해 병의 피해 정도가 달라지고 그에 따라 수확기에 광합성산물의 차이가 누적되어 과실품질에 영향을 준다. 본 시험의 결과에서도 광폭비가림의 설치에 의해 같은 포장에 재식된 표준비가림의 캠벨얼리 포도와 갈색무늬병 이병엽률에 차이가 나타나며, 최종적인 과실품질에 있어서도 유의한 차이를 보였다. 따라서 본시험에서 비가림의 효과는 앞서 언급한 비가림 면적의 증가에 의한 광 차단 및 온도상승에 따른 과실품질에 대한 부정적인 효과보다 엽면적 확보에 의한 광합성산물의 증가효과가 더 큰 것으로 판단된다. 또한 이와 같은 사실은 향후 광합성량 증가에 따른 이듬해 동해예방효과 및 발아의 균일화 등 전반적인 수체생육의 안정화와 이에 따른 장기적인 과실품질에도 영향을 미칠 것으로 판단된다.

적 요

본시험은 포도 캠벨얼리의 광폭 비가림 설치 효과를 평가하기 위해 실시되었다. 광폭비가림은 비가림의 폭이

기존의 표준 비가림보다 30 cm 넓게 구성되어 있다. 비가림처리구는 모두 대기온도보다 2~3°C 높게 나타났고 광폭비가림하에서 일 평균온도는 0.5~1°C 정도 표준 비가림보다 높게 나타났다. 상대습도는 대기습도보다 15~20% 낮게 나타났으며 연차간 차이를 보였다. *Pseudoecocospora vitis*에 의해 발생하는 포도 갈색무늬병의 발생은 2012년에는 광폭비가림이 표준비가림 보다 55.6% 적게 나타났고 2013년에는 17.2% 적게 나타났다. 포도는 2년에 걸쳐 수확하였고 당함량, 산함량, 과립중, 과립크기 등 과실품질을 측정하였다. 그 결과 2012년에는 처리간 차이가 명확하지 않았으나 2013년에는 광폭비가림이 당함량이 0.4° Bx 높았고 산함량은 0.8% 낮은 결과를 나타내었다. 이는 광폭 비가림의 적용이 갈색무늬병의 발생 정도를 낮추고, 과실품질에 영향을 미치는 것을 시사한다.

사 사

이 논문은 2015년도 농촌진흥청 FTA대응경쟁력향상 기술개발-원예특용작물 경쟁력 제고 사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (PJ010907012015).

Literature Cited

- An, S.Y., S.H. Kim, S.J. Choi, and H.K. Yun. 2012. Characteristics of cold hardiness and growth of grapevines grown under rain shelter type cultivation system in the vineyard. Korean J. Hort. Technol. 30:626-634.
- Bavaresco, L., M. Gatti, M. Fregoni, and F. Mattivi. 2008. Effect of leaf removal on grape yield, berry composition and stilbene concentration. Am. J. Enol. Vitic. 59: 292-298.
- Chavarria, G., H.P. Dos Santos, L.A.S. De Castro, G.A.B. Marodin, and H. Bergamaschi. 2012. Anatomy, chlorophyll content and photosynthetic potential in grapevine leaves under plastic cover. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal. 34:661-668.
- Cartechini A., and A. Palliotti. 1995. Effect of shading on vine morphology and productivity and leaf gas exchange characteristics in grapevines in the field. Am. J. Enol. Vitic. (46) 227-234.
- Jung, S.M., J.H. Park, S.J. Park, H.C. Lee, J.W. Lee, and M.S. Ryu. 2009. Regional differences of leaf spot disease on grapevine cv. 'Campbell Early' caused by *Pseudocercospora vitis* in plastic green house. Res. Plant Dis. 15:193-197.
- Kliewer, W.M., and N.K. Dokoozlian. 2005. Leaf Area/crop weight ratios of grapevines: influence on fruit composition and wine quality. Am. J. Enol. Vitic. 56:170-181.
- Lee, J.C., J.H. Kim, C.J. Yun., and M.D. Cho. 1999. Studies on standardization in cultivation under shelter for improvement of grape fruit quality. Research report. Chungnam Univ. Ministry of Agriculture and Forest.

- Meng, J.F., P.F. Ning, T.F. Xu, and Z.W. Zhang. 2013. Effect of rain shelter cultivation of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Gernischt on the phenolic profile of berry skins and the incidence of grape disease. *Molecules* 18: 381-397.
- Novello, V. and L. de Palma. 2008. Growing grape under cover. *Acta Hort.* 785:353-362.
- Novello, V., L. de Palma, and L. Tarricone. 1999. Influence of cane girdling and plastic covering on leaf gas exchange, water potential and viticultural performance of table grape cv. Matilde. *Vitis* 38: 51-54.
- Park, J.H. 2004. Ecology and etiology of leaf spot caused by *Pseudocercospora vitis* on grapevine and its cultivar resistance in Korea. Ph.D. Diss., Chungbuk National Univ., Cheongju.
- Park, J.H., K.S. Han, J.S. Lee, S.T. Seo, H.I. Jang, and, H.T. Kim. 2006. Pathogenicity and infection mechanism of *Pseudocercospora vitis* causing leaf spot disease on grapevine in Korea. *Res. Plant Dis.* 12: 15-19.
- Park, S.J., J.G. Kim, S.M. Jung, J.H. Noh, Y.Y. Hur, and Park, K.S. 2011. Influence of leaf number on berry quality of Campbell Early grape. *J. Bio-Environ. Control.* 20:211-215.
- Son, D.S. S.B. Chong, W.J. Lee, and K.K. Kim. 1988. Cultivation system under the rain shelter for grapevine. Annual experimental report. Horticultural experimental station.
- Yum, S.H., S.J. Park, Y.C. Lee, H.J. Kim, H. Chun, S.Y. Lee, Y.I. Kang, and N.G. Yoon. 2004. The environment and fruit quality according to dimensions in a rain-protecting structure for grapevine cultivation. Annual conference of the K. Soc. Bio-Environ. Control. pp169-172.
- Zoecklein, B.W., T.K. Wolf, N.W. Duncan, J.M. Judge, and M.K. Cook. 1992. Effects of fruit zone leaf removal on yield, fruit composition, and fruit rot incidence of Chardonnay and White Riesling (*Vitis vinifera* L.) grape. *Am. J. Enol. Vitic.* (43):139-148.