

포도 캠벨얼리의 무가온 하우스재배시 지역별 갈색무늬병 발생차이

정성민* · 박종한¹ · 박서준 · 이한찬 · 이재욱 · 류명상

국립원예특작과학원 원예작물부 과수과, ¹국립원예특작과학원 원예환경과

Regional Differences of Leaf Spot Disease on Grapevine cv. ‘Campbell Early’ Caused by *Pseudocercospora vitis* in Plastic Green House

Sung Min Jung*, Jong Han Park¹, Seo Jun Park, Han Chan Lee,
Jae Wook Lee and Myung Sang Ryu

Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA Suwon 440-706, Korea

¹Horticultural & Herbal Crop Environment Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science,
RDA Suwon 440-706, Korea

(Received on September 28, 2009; Accepted on December 4, 2009)

Pseudocercospora leaf spot was major disease of grape cultivar ‘Campbell Early’ in Korea. Leaf spot first appeared in early June and rapidly dispersed to other leaves through rainy season. Disease progress of leaf spot by *Pseudocercospora vitis* in plastic green house, in the two provinces (Gimje and Gimcheon), were investigated in 2007. Differences of Infected leaves (%) between cultivation systems were observed in field and plastic green house, but there was no difference between provinces. Micro environmental factors, such as temperature and relative humidity, were correlated with infected leaves by PROC REG procedure of SAS (Statistical Analysis System). As a result, regression model best described ($R^2=0.95^{**}$) the infected leaves as a function of the interaction of cumulated temperatures; Y (Infected leaves) = $-7.0101 + 0.0496 \times 20Hcum$ (Cumulated hour above 20 degree) + $0.0208 \times 20cum$ (Cumulated temperature above 20 degree) - $0.2781 \times 25Hcum$ (Cumulated hour above 25 degree). A statistics model was shown that cumulated hour and temperature above specific degree were critical factor for *Pseudocercospora* leaf spot on the grapevine leaves in plastic green house.

Keywords : Grapevine, Leaf spot, Microclimate factors, *Pseudocercospora vitis*

*Pseudocercospora vitis*에 의해 발생하는(Shin 등, 1998) 포도 갈색무늬병은 국지적으로 발생이 보고되거나(Dang 등, 1982; Sisterna 등, 2005) 포도에 있어서 발생이 경미한 병이지만(Pearson 등, 1998), 우리나라 전체 포도 재배면적의 70%를 상회하는 캠벨얼리 품종에서는 해마다 많은 피해를 일으키고 있다(박 등, 2002, 2004b). 이는 여름철 강우가 많은 기후조건과 함께 캠벨얼리 품종이 갈색무늬병에 다른 포도 품종에 비해 감수성인 요인(박, 2004a)에 의한 것으로 보인다. 갈색무늬병의 발생 양상은 7월 초순, 하위엽에 갈색 점무늬 병반이 발생하기 시작하여 장마철 이후에 급속히 진전하기 때문에(박 등, 2004b) 이

를 방지하려면 장마철 이후의 즉각적인 약제방제가 필요하나 방제 시기가 수확기와 근접해 있어 효과적인 방제가 매우 어려운 병이다. 노지와 비가림시설에서의 갈색무늬병의 발생은 7월 21부터 8월 20일과 8월 21부터 9월 20일 사이의 두 구간에서 집중적으로 발생한다고(박 등, 2004b) 알려져 있다. 일반적으로 가온재배시설이 갖추어지지 않은 무가온 하우스의 경우 강우의 직접적인 접촉이 없어 노지에 비해 비교적 병의 발생이 적지만 갈색무늬병의 경우 수확기까지도 계속 병이 진전됨에도 불구하고 병의 발생소장 및 진전양상에 대한 연구는 이루어지지 않아 적절한 방제시점에 대한 정보가 부재한 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 무가온 하우스에서 재배되는 캠벨얼리 품종의 주요병해인 갈색무늬병의 지역별, 방제형태별 병의 발생소장을 조사하고 이병엽률과 시설 내

*Corresponding author

Phone) +82-31-240-3693, Fax) +82-31-240-3708

Email) fizzle@korea.kr

미기상 요인과의 관계를 확인 함으로서 시설 내의 갈색 무늬병 발생에 관계되는 요인을 탐색하고 이를 이용한 병의 발생 양상을 모델화 하고자 하였다.

재료 및 방법

갈색무늬병의 병발생소장 조사. 무가온 하우스내에서 재배되는 캠벨얼리 품종의 갈색무늬병 발생양상을 파악하기 위하여 2007년에 시설재배포도의 비중이 높은 김제(백구면), 김천(대항면) 지역의 포장을 선정하였다. 방제양상을 통일하기 위해 동일 지역의 같은 작목반에 소속된 농가로 조사포장을 선정하였고 각각 지역별로 저농약 하우스 2곳, 무농약 하우스 2곳, 노지 2곳의 시기별 갈색무늬병의 발생양상을 이병엽률(%)로 조사하였다. 이병엽률의 조사방법은 4월부터 9월까지 월 2회 각 지역의 무가온 하우스와 노지 포장내의 과원 중앙부에 임의 조사주를 선정하여 이로부터 좌우 각 2주, 총 4주의 각 200엽을 조사하였고, 전체 조사엽 중 갈색무늬병 이병엽을 육안 조사하여 기록한 뒤 조사지역별, 재배방법 별로 각각 평균하여 사용하였다. 지역별 비교를 위해 조사된 시기별 이병엽률의 조사일자를 Julian date(JD)로 표시하고 병진전곡선(DPC: Disease Progress Curve)을 작성 비교하였고(Adaskaveg, 2003), 무가온 하우스와 노지포장간의 병진전 양상을 파악하고자 시기별 병진전율의 누적값 그래프(CDPR: Cumulative Disease Progress Rate)를 작성하여 비교하였다.

미기상 데이터수집 및 통계분석. 무농약상태의 병발생 양상을 파악하기 위해 김제지역의 무가온 하우스에 무농약 재배중인 캠벨얼리 품종의 이병엽률 조사주에 Lascar사의 온습도로거(EL-USB-2)를 지상으로부터 과방 높이인 140 cm에 설치하여 4월 초부터 8월 말까지의 생육 전기간의 온도 및 습도 데이터를 1시간 간격으로 측정 및 기록하였다. 기록된 온도 및 습도 데이터는 이병엽률을 조사한 날자를 기준으로 구간을 나누고 각각 구간별로 일평균온도(Tavr), 일최고온도(Tmax), 일최저온도(Tmin), 일평균상대습도(Havr), 일최저상대습도(Hmin), 일최고상대습도(Hmax), 상대습도 80% 이상 시간누적값(80Hcum), 상대습도 90% 이상 시간누적값(90Hcum), 20도 이상 온도누적값(20cum), 20도 이상 시간누적값(20Hcum), 25도 이상 온도누적값(25cum), 25도 이상 시간누적값(25Hcum) 등 총 12개의 미기상 요인으로 나누어 조사된 2007년도의 시기별 이병엽률과 회귀관계를 분석하였다(이 등, 2004). 이들 요인을 대상으로 시기별 갈색무늬병의 이병엽률을 종속변수로 하고 앞에 기술한 미기상요인

들을 독립변수로 하여 통계프로그램인 SAS(Statistical Analysis System)의 PROC REG Procedure를 사용하여 Stepwise option으로 미기상요인을 이용한 모델의 최적값을 선택하였다. 2007년의 미기상요인에 의해 도출된 병진전 모형과 실제의 병 발생 정도와 비교하여 모형의 정확성을 비교 검증하였다.

결과 및 고찰

포도 갈색무늬병의 발생차이. 지역별로 선정된 무가온 하우스와 노지의 포도과원에서 갈색무늬병의 발생을 조사하여 지역별 병 발생에 차이를 비교하였다(Fig. 1). 김

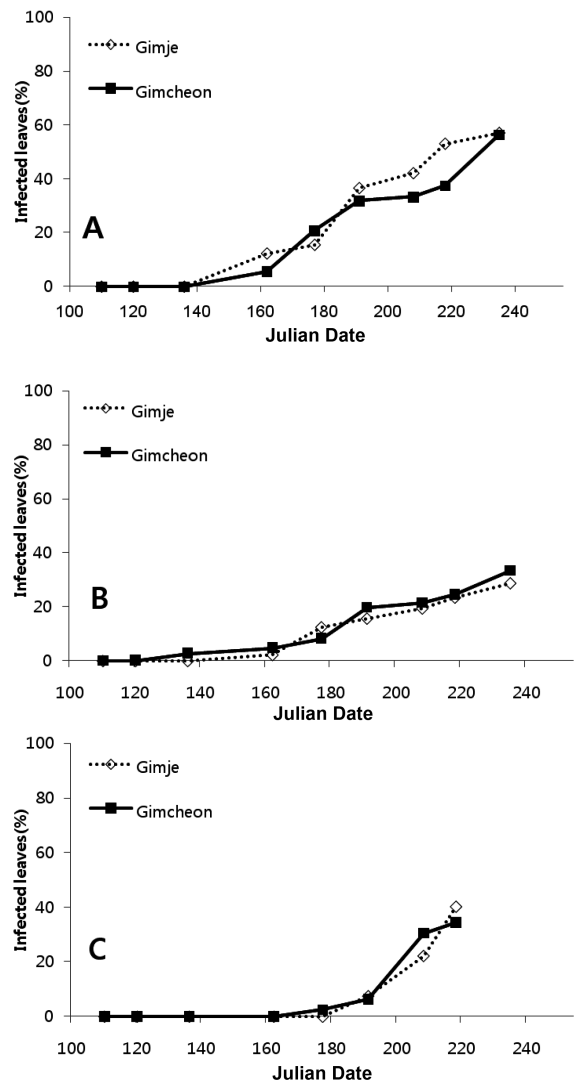


Fig. 1. Disease progress curve of leaf spot by *P. vitis* between two different regions on grape cv. Campbell Early. **A:** No chemically spray in plastic green house, **B:** Chemically spray in plastic green house, **C:** Open field cultivation.

제, 김천의 무가온 하우스, 노지의 갈색무늬병 발생소장을 비교해 보았을 때, 무가온 하우스 재배(6월 8일, JD 124)가 노지(7월 5일, JD 174)보다 이병엽이 한 달 정도 빠르게 나타났다(Fig. 1). 홍(1998)에 의하면 오이의 하우스 재배시 하우스와 노지에서 온도의 차이는 2~3도로 생육초기에서는 일중 최고기온이 그리고 생육 후반기에는 일중 최저기온의 상승이 두드러진다고 하였는데 포도에 있어서 일반적으로 무가온 하우스의 작형이 노지 비가림보다 약 한달 정도 빠른 생육단계를 나타내고 속기 또한 한달 정도 빠르게 진행이 된다. 이는 포도의 생육에 적합한 온도 조건을 무가온 하우스 설치를 통해 인위적으로 조절한 효과로서 앞서 홍(1998)이 제시했던 결과처럼 특정 온도에 따라 병원균의 성장도 동일하게 진행된다고 가정해 볼 수 있다. 김제와 김천의 경우 무가온 하우스의 무농약재배 시 성숙기(7월)에 갈색무늬병의 이병엽률은 각각 56.3%와 56.9%로 차이가 없었고 저농약 재배시에는 각각 33.3%와 28.6%로 역시 큰 차이를 보이지 않아 무가온 하우스에 있어서는 지역에 따른 차이 보다는 농약의 처리 여부에 따른 병 발생 정도가 두드러졌다(Fig. 1). 노지의 경우에 있어도 박 등(2004b)의 결과와 마찬가지로 김제와 김천은 성숙기(8월) 갈색무늬병 이병엽률은 각각 40.3%와 34.4%로 지역적인 차이는 크게 나타나지 않았다. 농약의 사용여부에 따른 갈색무늬병의 발병양상을 살펴보았을 때 같은 지역내에서는 무가온 하우스의 무농약재배시 최종 이병엽률이 관행방제의 노지와 같은 높은 이병엽률을 보였고 무가온 하우스의 저농약재배인 경우 김천, 김제의 이병엽률은 각각 33.3%, 28.6%로 나타나 하우스조건에서 농약을 이용한 방제를 하더라도 수확기 이후까지 이병엽이 상당히 발생하는 것을 확인하였다(Fig. 1). 이는 병의 발생에 있어 가장 최성기가 수확기에 근접하여 농약안전사용 지침에 의한 수확 전 처리일수의 준수를 위해 7월초의 약제방제 이외에 추가적인 약제방제를 하지 못하는 결과로서 이해할 수 있다. 또한 무가온 하우스의 무농약재배시 조사된 이병엽률을 볼 때 이 시기에 사용하는 농약대용의 여러 친환경자재로의 방제 시도가 병의 전진을 억제하는 데 큰 효과를 나타내지 못하는 것으로 파악되어(Fig. 1), 병의 효율적인 방제를 위해서는 병 발생이 시작하는 시기의 초기 밀도를 최소한으로 억제하고 병이 급격하게 전파되는 시기의 조건을 파악하여 방제함으로써 발생률을 경감하는 것이 중요하다고 할 수 있다. 노지의 경우에는 조사 대상 지역 두 지역 모두 이병엽이 같은 시기에 조사되기 시작하여 비슷한 병 전진양상을 나타내었다(Fig. 1). 이는 안성에서 조사한 박 등(2004b)의 결과와 매우 유사하였고 다만 수확이 끝난

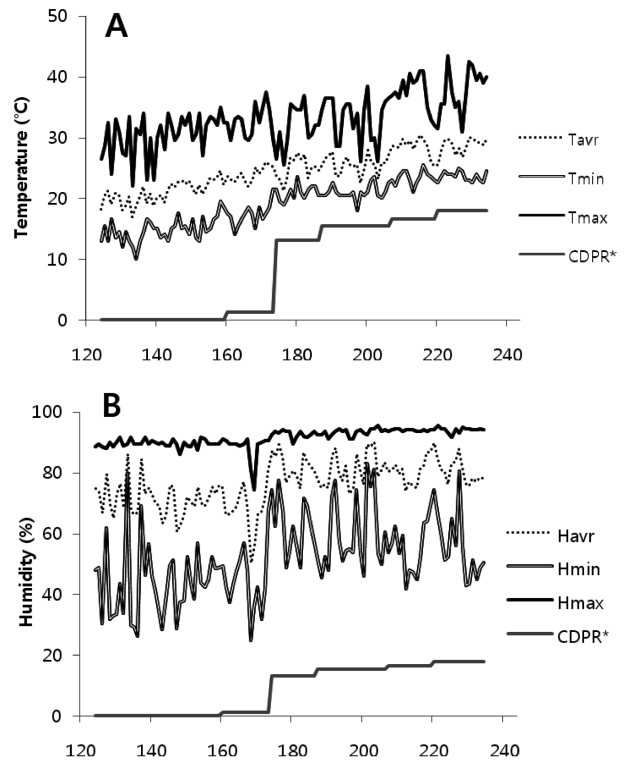


Fig. 2. Cumulative disease growth rate (CDPR*) of leaf spot by *P. vitis* and weather factors of plastic green house in Gimje. **A:** Temperature, **B:** Relative humidity, Tavr: Average of temperature, Tmin: Minimum of temperature, Hmax: Maximum of temperature, Havr: Average of relative humidity, Hmin: Minimum of relative humidity, Hmax: Maximum of relative humidity.

8월말~9월의 노지에서는 거의 100%의 갈색무늬병 이병엽률을 보이고 하위엽의 낙엽이 많이 진행되어 이병엽률의 조사가 의미가 없었다.

실제 무가온 하우스의 무농약 재배 포장에서 수집한 온습도자료와 시기별 이병엽률을 병진전율의 누적값(CDPR) 그래프로 비교해 보았을 때 무가온 하우스 내에서 일 평균기온이 25°C, 일 최저온도가 20°C에 도달하는 시점에서 이병엽이 급속히 전파되고, 습도조건의 경우 일 평균 80%의 조건이 유지되었을 때 이병엽이 급속히 전파되는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2). 동일한 조건하에서 노지에서의 이병엽과 온습도 자료를 비교해 볼 때 이병엽률의 증가가 급격히 이루어 지는 시기는 약 한달 정도의 차이를 두고 급격하게 이루어 지는 것을 볼 수 있는데 이때의 온도조건은 일최저온도 20°C, 일평균기온 25°C인 것을 확인할 수 있었다(Fig. 3). 이와 같은 결과로 볼 때 갈색무늬병의 급격한 전파에 있어 일 평균 온도 25°C 또는 일 최저온도 20°C 이상에 도달하는 것이 병의 확산에 중요한 요인임을 간접적으로 알 수 있었다. 이는 박 등(2006a)

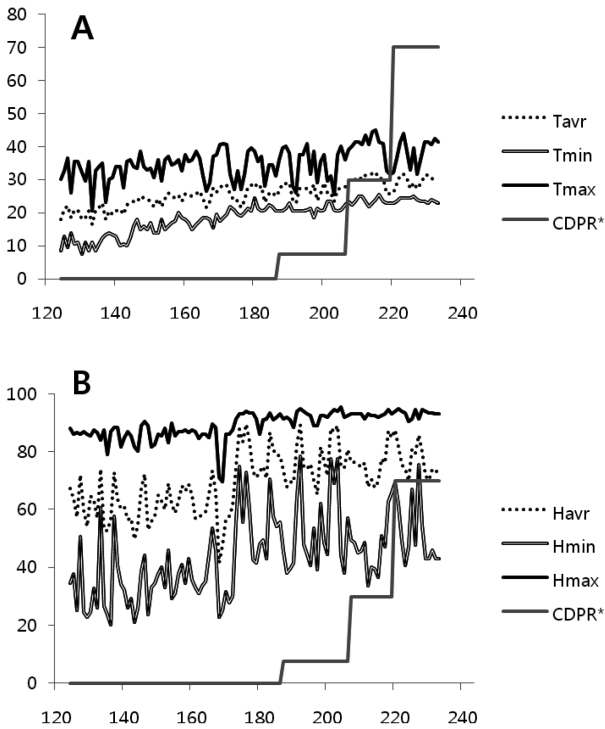


Fig. 3. Cumulative disease growth rate (CDPR*) of leaf spot by *P. vitis* and micro environmental factors of field in Gimje. **A:** Temperature, **B:** Relative humidity, Tavr: Average of temperature, Tmin: Minimum of temperature, Hmax: Maximum of temperature, Havr: Average of relative humidity, Hmin: Minimum of relative humidity, Hmax: Maximum of relative humidity.

이 보고한 분생포자 발아 최적 온도인 20~30°C와 균사생장시의 최적온도조건인 25°C와 田代 등(1997)이 보고한 PIA(Potato Inositol Agar)배지상의 포도 갈색무늬병의 최적 포자 생성온도인 25°C와 매우 밀접한 연관이 있을 것으로 판단되었다.

갈색무늬병과 미기상요소와의 상관관계 분석. 무가운 하우스내의 미기상 요소와 갈색무늬병의 병발생과의 관계를 확인하기 위하여 김제지역의 무농약 무가운 하우스

에서 수집한 미기상 요소와 동일장소의 갈색무늬병의 시기별 이병엽률값과의 관계를 회귀분석 하였다(Table 1). 모형식은 다음과 같이 $y = -7.0101 + 0.0496 \times 20Hcum + 0.0208 \times 20cum - 0.2781 \times 25Hcum$ 으로 일일 20도 이상 시간의 누적값과 20도 이상 시간의 누적값이 이병엽률의 증가요인으로 그리고 일일 25도 이상시간의 누적값이 감소요인으로 포함되어 있지만 감소요인으로 분석된 미기상요소의 영향력은 그다지 높지 않았고 일일 20도 이상 시간과 온도의 누적값이 갈색무늬병의 이병엽률에 가장 중요한 증가요인으로 포함되어 있었다. 이와 같은 결과는 주로 공기 전염으로 이루어지는 병의 발생이 무가운 하우스에서 공기 중 상대습도와 큰 관계없이 발생함을 나타내주는 결과로 온도조건이 가장 큰 발생요인임을 나타내고 있다. 앞서서 미기상자료와 이병엽률의 단순 비교로 병의 증가율이 높았던 구간의 온도, 상대습도 조건은 각각 20도, 80% 정도로 모형과 비교해 보았을 때 온도는 정확하게 모형에 반영되었으나 습도조건 80%는 반영되지 못하였는데, 이 시기의 무가운하우스는 온도상승을 막기 위해 축창 및 천창을 개방하므로 외부습도와 비교해 보았을 때 습도의 지속적인 상승이 일어나지 않은 결과로 볼 수 있다. 노지조건에서의 미기상요소와 갈색무늬병 이병엽률과의 관계 역시 무가운 하우스에서와 같은 방법으로 회귀분석한 결과는 $Y = 2.40 - 0.27 \times 25Hcum + 0.048 \times 25cum$ 으로 나타났고 역시 습도조건은 배제된 채 일일 기온 25°C 이상 온도의 누적값이 주요 요인인 모형이 도출되었다. 이와 같은 결과로 미루어 포도 갈색무늬병의 이병엽률의 증가에는 상대습도조건은 그다지 중요하지 않은 것을 알 수 있었다. 그러나 박 등(2006b)에 의하면 26도, 포화습도에서 병원균 현탁액을 인공 접종하였을 때 약 10일 후부터 캠벨얼리 엽에서 병반이 형성됨을 보고 하였고, 비가림시설이라도 비가림 외부로 도장하여 강우에 노출된 신초에서는 갈색무늬병 이병엽이 많이 발생한다는 보고(박 등,

Table 1. Optimum parameters were analyzed by stepwise selection method of micro environmental factors^a collected in Gimje at 2007

Source	DF	Sum of Squares	Mean of Squares	F Value	Pr > F
Model	3	51741	17247	783.98	<.0001
Error	109	2397.91255	21.9992		
Corrected Total	112	54138			

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t
Intercept	1	-7.01011	1.33951	-5.23	<.0001
20Hcum	1	0.04969	0.00801	6.21	<.0001
20cum	1	0.02082	0.00378	5.51	<.0001
25Hcum	1	-0.27813	0.04403	-6.32	<.0001

^aMicro environmental factors, 20cum: Cumulative temperature above 20°C, 20Hcum: Cumulative hour above 20°C, 25Hcum: Cumulative hour above 25°C.

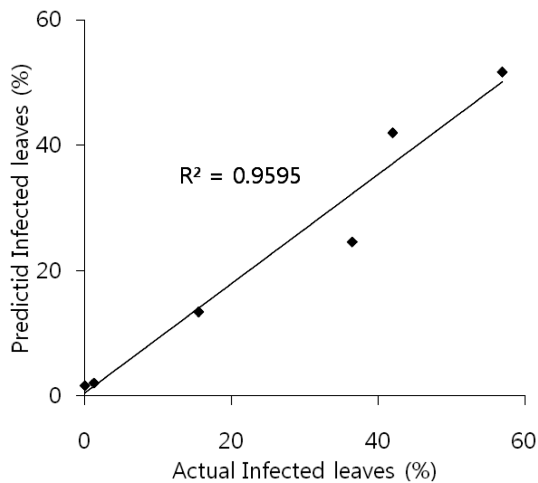


Fig. 4. Regression equation of observed and predicted^a infected leaves by *P. vitis* in Gimje at 2007.

^aPredicted leaves were estimated by the regression equation $y = -7.0101 + 0.0496 \times 20Hcum + 0.0208 \times 20cum - 0.2781 \times 25Hcum$

2004b)로 볼 때 이미 병이 발생하여 진전되는 단계 이전의 이병엽이 발생하기 시작하는 초기 감염에 관여하는 포자발아시의 습도조건 및 노지에서 풍매로 전염되기 위한 풍속과 같은 요인들이 더 연구가 이루어져야 할 것으로 판단되었다. 도출된 모형을 바탕으로 예상 이병엽률과 해당년도의 이병엽률과의 회귀관계를 확인해본 결과 R-square 값이 높게 나타났고($R^2=0.95^{**}$) 적합도검정(χ^2)을 수행하였을 때 유의도가 0.001로 나타났다(Fig. 4). 이와 같은 결과는 해당 모형식이 남부지역의 무가온 하우스에서 포도의 무농약 재배시 갈색무늬병의 발병예측에 적합한 모형임을 예상할 수 있었고 이를 바탕으로 중부지역 및 비가림 재배등에서 적용가능한 모델 개발이 가능하리라 생각되며 향후 포도 갈색무늬병의 이병엽률의 예측 및 등록약제의 적정방제 시점을 판단하기에 용이할 것으로 생각된다.

적 요

포도갈색무늬병은 주로 포도 캠벨얼리에서 6월 상순에 발생이 시작하여 장마철을 지나면서 급속히 전파되는 중요한 병중 하나이다. *Pseudocercospora vitis*에 의해 발생되는 갈색무늬병의 발생소장을 김제, 김천에 소재한 무가온 하우스에서 2007년에 조사하였다. 병의 발생율은 노지, 무가온 하우스에 따라 매우 다르게 나타났고 지역간의 차이는 나타나지 않았다. 무가온 하우스내의 온도와 상대습도와 같은 미기상요인을 대상으로 갈색무늬병 이병엽률과의 연관성을 SAS의 PROC REG방법을 사용하

여 통계분석 하였다. 그 결과 미기상 요인과 병발생간에 $Y(\text{Infected leaves}) = -7.0101 + 0.0496 \times 20Hcum + 0.0208 \times 20cum - 0.2781 \times 25Hcum$ ($R^2=0.95^{**}$)과 같은 회귀식이 도출되었고 이는 특정 이상 온도 및 시간의 누적값이 무가온 하우스 작형에서 *Pseudocercospora vitis*에 의한 포도 갈색무늬병에 있어 중요한자임을 보여준다.

참고문헌

- Adaskaveg, Alejandra Soto-Estrada and James E. 2003. Temporal and quantitative analyses of stem lesion development and foliar disease progression of peach rust in California. *Phytopathology* 94: 52-60.
- Dang, J. K. and Daulta, B. S. 1982. Varietal behavior of grapes to different fungal foliar diseases. *Haryana Journal of Horticultural Sciences* 11: 47-52.
- 홍순성. 1998. 비닐하우스내 오이 노균병 발생에 관여하는 기상 조건 분석. 석사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 田代, 井手. 1997. 브ドウ褐斑病菌 (*Pseudocercospora vitis*)의 분생孢子形成條件. 九州農業研究 60: 74-75.
- Lee, Y. H., Ko, S. J., Cha, K. H., Choi, H. G., Lee, D. G., Noh, T. H., Lee, S. D. and Han, K. S. 2004. Micro-weather factors during rice heading period influencing the development of rice bacterial grain rot. *Research in Plant Disease*, 10: 167-174.
- 박종한. 2002. 포도 노균병과 갈색무늬병 방제기술개발. 농촌진흥청 원예연구소 시험연구보고서 CD-ROM.
- 박종한. 2004. 포도 갈색무늬병의 발생생태, 병원학 및 품종저항성. 박사학위논문. 충북대학교 대학원.
- Park, J. H., Han, K. S., Lee, J. S., Seo, S. T., Jang, H. I. and Kim, H. T. 2004. Occurrence tendency and decrease of fruits brux according to increasing grapevine leaf spot disease caused by *Pseudocercospora vitis*. *Research in Plant Disease*, 10: 341-344.
- Park, J. H., Han, K. S., Lee, J. S., Seo, S. T., Jang, H. I. and Kim, H. T. 2006. Effect of temperature on pathogen growth and damage analysis of leaf spot disease on grapevine caused by *Pseudocercospora vitis* in Korea. *Research in Plant Disease*, 12: 10-14.
- Park, J. H., Han, K. S., Lee, J. S., Seo, S. T., Jang, H. I. and Kim, H. T. 2006. Pathogenicity and infection mechanism of *Pseudocercospora vitis* causing leaf spot disease on grapevine in Korea. *Research in Plant Disease* 12: 15-19.
- Pearson, R. and Goheen, A. 1998. Compendium of grape disease. The American Phytopathological society.
- Shin, H. D. and Kim, J. D. 1998. Taxonomic studies on *Cercospora* and allied genera in Korea (1). *The Korean Journal of Mycology* 26: 327-341.
- Sisterna, M. and Ronco, L. 2005. Occurrence of grapevine leaf spot caused by *Pseudocercospora vitis* in Argentina. *Plant Pathology* 54: 247.