

뽕나무 재배기간 중 기상환경과 눈마름병 발생관계 분석

Analysis of the Cause of the Twig Blight on Mulberry Based on the Weather Conditions

김주희* · 최인영 · 김주 · 이장호

전북농업기술원 기후변화대응과

***Corresponding author**

Tel: +82-63-290-6183

Fax: +82-63-290-6198

E-mail: kimjuhee@korea.kr

Ju-Hee Kim*, In-Young Choi, Ju Kim, and Jang-Ho Lee

Division of Climate Change Response, Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 54591, Korea

Received May 11, 2017

Revised July 20, 2017

Accepted July 20, 2017

The twig blight of mulberry caused by *Fusarium lateritium* occurs mainly in Buan area, which is the main area of mulberry. The initial symptom on twigs showed dark edge blight and dark orange tiny particles on the spot, and it was withered and died. In the case of mulberry twig blight, the difference in the degree of occurrence between the years is intense, and an average of 2.7% occurred in Buan in 2013, but in 2014, it was difficult to search for the generated fields. In order to find the cause of the difference in the incidence of mulberry twig blight, we investigated and analyzed the weather conditions during cultivation and as a result, the occurrence of the disease increased under the condition that the temperature of the spring was lower and the number of days passing below the winter freezing point increased. In addition, it was analyzed that the occurrence of the next year increases when the rainfall is high and the number of sunshine is low after removing the harvested branches. Therefore, in the event that weather conditions causing twig blight diseases have elapsed, it is necessary to prevent the disease by spraying the registered applied fungicide prophylactically.

Keywords: Mulberry, Twig blight, Weather condition

뽕나무는 과거에 주로 누에 생산을 위하여 재배되었으나 최근에는 열매인 오디가 고지혈증의 혈중 콜레스테롤을 억제시키는 작용 등 생리활성작용을 기대할 수 있는 기능성 식품 소재로 알려지면서(Kim 등, 2002) 오디 생산용 뽕나무 재배면적이 매년 증가하고 있는 추세이다(Kim 등, 2004). 전국의 재배면적은 전국 1,751 ha (2011)이며, 전북지역은 전국대비 약 70%를 차지하고 있고 특히 부안군은 390 ha로 전국대비 23.3% 차지하

고 있다(MIFAFF, 2012). 뽕나무에 발생하는 주요 병해충은 균핵병, 뽕나무오갈병, 축엽세균병, 흰가루병, 눈마름병, 뽕나무이, 뽕나무애바구미, 뽕순무순혹파리, 뽕나무꼭지벌레 등 다양하고 피해가 크지만, 병해충 방제기술에 대한 연구가 미흡하고, 종합관리 기술이 부족한 실정이다. 또한 뽕나무에 발생하는 병해충에 대한 연구는 누에생산 목적으로 뽕나무를 재배하던 90년대 이전에 수행되었던 결과로 이후 오디 생산용 뽕나무가 증가하면서 품종의 변화가 있어서 최근의 병해충 발생양상과는 다소 차이가 있을 것으로 추정된다.

1990년대 초반까지 뽕나무에서 주로 문제가 되는 병은 눈마름병, 줄기마름병, 오갈병, 축엽세균병, 가지마름병 등이었으나

Research in Plant Disease

pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191

www.online-rpd.org

(Yoon 등, 1994) 누에 생산을 목적으로 재배하던 뽕나무가 오디 생산을 주목적으로 하는 품종으로 전환되면서 가장 문제가 되는 병으로 오디균핵병이 대두되었다. 오디균핵병은 오디생산량에 직접적인 영향을 미쳐 수확량이 현저히 감소하는 병해이므로(Sung 등, 2013) 뽕나무에 발생하는 병해에 대한 최근 연구 동향은 균핵병에 치중되어 있으며(Hong 등, 2007) 눈마름병을 비롯한 기타병해에 대한 최근 연구는 미흡한 실정이다. 그러나 최근 몇 년 동안 이른 봄철부터 뽕나무 눈마름병 발생이 증가되어 피해를 일으키고 있다. 이 병이 발생하면 가지와 눈이 말라서 뽕나무 생육저조와 수량저하에 영향을 미치고 있으나 연구가 미흡한 실정이다. 현재 오디생산용 뽕나무의 품종은 과상 2호로 전환되었고 재배기간 중 기상환경도 과거와는 많이 달라지고 있어 이에 대한 환경을 분석하고 눈마름병 발생과의 관계를 분석할 필요성이 대두되고 있다. 따라서 본 연구에서는 뽕나무 눈마름병의 피해를 최소화할 수 있는 효율적인 방제의 기초자료로 활용하고자 뽕나무 재배기간 중 기상환경의 변화가 눈마름병 발생에 미치는 영향을 분석하였다.

뽕나무 눈마름병 발생상황. 뽕나무의 잎눈이 마르면서 가지가 고사하는 증상을 보이는 눈마름병의 발생소장을 조사하기 위하여 2013년부터 2014년까지 2년간 3월부터 6월까지 월 1-2회 조사를 실시하였다. 조사지역은 전북 부안군 하서면, 동진면, 줄포면 등 20개 농가를 대상으로 조사하였으며 주로 발생하는 시기, 발생정도를 조사하였다. 조사는 포장 당 10주, 나무 당 10가지의 총 100가지를 대상으로 조사하여 전체 조사가지수에 대한 발병가지율을 조사하였다. 눈마름병은 4월 상순경에 발생을 시작하여 6월까지 발병이 진행되는 것으로 조사되었다. 눈마름병은 뽕나무의 잎눈을 중심으로 긴 원형의 움푹한 암갈색 병반을 형성한다. 발생초기에는 잎눈이 마르면서 병반 위쪽으로 진행되어 줄기의 중간부위에 병반이 형성되고, 긴 타원형 병반 위는 어두운 주황색의 포자퇴를 형성하게 된다(Fig. 1). 시간이 경과하면 5-6월에는 병반이 나타난 잎눈의 위쪽으로 가지가 마르는 증상이 더욱 뚜렷해지며 신초가 고사하게 된다. 병의 발생이 심하면 포장에 따라서는 최대 25%까지 발병하여 피해를 주며, 2013년 조사 결과 평균 2.7%(0-25%) 정도 발생하였다. 그러나 2014년에는 조사대상 포장에서 발병되지 않았으며, 재배농가 중 발생된 포장을 찾기 위해 노력하였으나 발생포장을 찾을 수 없었다(Table 1).

뽕나무 눈마름병 병원균 동정. 눈마름 증상을 보이는 시료를 채취하여 1% NaOCl에 3분간 표면소독한 후 세척하여 멸균여과지로 물기를 제거한 후 potato dextrose agar에 치상



Fig. 1. Symptoms of twig blight of mulberry (*Morus alba*) caused by *Fusarium lateritium* in field.

Table 1. The disease incidences of twig blight in mulberry in Buan-gun of Jeonbuk province during 2013 to 2014

Year	Disease incidence* (%)				
	Apr. 4	Apr. 21	May 2	May 15	Jun. 5
2013	0.1	1.5	2.3	2.3	2.7
2014	0	0	0	0	0

*Number of diseased twig blight/number of surveyed twig×100.

하여 25°C에 7일간 배양한 후 자라나온 균사의 선단부를 떼어 순수분리한 후 배양특성을 관찰하였다. 균총은 연한 주황색을 띠며 대형포자는 초생달 모양으로 3개의 격막을 가지고 3.8×30.9 μm의 크기로 관찰되었다. 또한 배양적형태적 특성외에 GENIII microstation (Biolog, USA)를 이용하여 carbon source utilization, chemical sensitivity reaction 등 생화학적 특성을 분석하여 동정하였고 다시 유전자 분석(sequencing data analysis (MicroseqID v2.0-ABI))을 실시하여 동정한 결과 *Fusarium lateritium*으로 동정되었다. 분리된 병원균의 병원성 검정을 실시하기 위하여 가지를 30-40 cm 정도 길이로 잘라마르지 않도록 오아시스에 꽂고 병원균을 1×10⁶ cfu/ml 농도로 처리하여 25°C에 배양하면서 병발현을 조사하였으며 대조구는 멸균수를 처리하여 비교 분석하였다. 접종 14일 후 무처리인 잎눈에서 발아하여 전개된 반면 병원균 접종구는 잎눈이 발아하지 못하고 고사되었으며 고사된 잎눈에서 동일한 병원균이 분리되었다.

발생원인분석을 위한 기상환경 조사. 눈마름병의 발생이 연차 간 차이가 심하여 원인을 분석하기 위하여 재배기간 중 기

상청의 데이터를 수집하였고, 수집된 기상데이터를 이용하여 기상환경과 병발생의 상호관계를 분석하였다. 눈마름병은 강우 이후 병 발생이 심한 것으로 보고된 바 있으므로(Sengupta 등, 1991) 기상환경은 병이 주로 발생하는 봄철의 4월에서 6월까지의 강우량과 평균기온을 조사하고 휴면기인 1월에서 3월까지 동계기 최저기온 경과일수와 온도, 눈퓌기 전 영하이하 온도 경과일수 등을 조사하여 분석하였다.

뽕나무 재배기간 중 봄철 4월에서 6월 중의 기상변화를 조사해 본 결과 병 발생이 거의 없었던 2014년은 2013년 대비 평균기온은 0.7°C 높고 강우량은 96.9 mm 적었다(Table 2). 또한 동계기 1월에서 4월까지의 최저기온은 2013년이 2014년에 비해 낮게 경과하였다(Fig. 2). 또한 기온이 올라가면서 수액이 상승하다가 영하 이하의 온도가 경과하면 동해를 입기 쉬운데 (Kim 등, 2009; Nam 등, 1998) 3월의 영하이하 온도 경과일수는 2014년은 11일인데 비해 2013년은 26일이 경과하였고 눈퓌기 직전인 3월 중순에서 하순경의 영하이하 기온이 2013년이 8일, 2014년이 1일로 다발생한 해가 7일이 더 많게 경과하였다(Table 3). 또한 발생이 많았던 전년도(2012년)의 가을철 기

상에 비해 눈마름병 발생이 없었던 전년(2013년) 가을철의 강우량은 577.1 mm 적고 일조시수는 39.4 h 많아 전년도 가을철 기상환경도 병 발생에 영향을 미치는 것으로 판단되었다(Table 4). 따라서 생육기간 중 기상변화와 눈마름병 병발생 관계를 분석한 결과 3월 영하이하 경과일수와 4-6월 강우량, 결과지 제거 후 강우량 등에 의해 영향을 받는 것으로 분석되었다. Minamizawa 등(1997)에 의하면 결과지 제거 후 포자가 상처 난 가지로 침투하여 피목으로 들어간 후 겨울철에는 진행이 지연되다가 봄철에 빠르게 확산되어 피해를 일으키며, Saito와

Table 2. Monthly precipitation and average atmospheric temperature in spring from April to June during the growing season of mulberry in Buan-gun of Jeonbuk province during 2013–2014

Month	Precipitation (mm)		Temperature (°C)	
	2014	2013	2014	2013
Apr.	74.8	77.8	12.5	9.5
May	43.5	133.3	17.7	17.0
Jun.	62.3	69.4	22.3	22.4
Cumulative amount/Ave.	183.6	280.5	17.5	16.3
Compared to a lot of years (2013)	Δ96.9		0.7	

Table 3. Number of days of below zero temperature just before sprouting from flower buds of mulberry in Buan-gun of Jeonbuk province during 2013–2014

Year	Mar. 1–Mar. 31	Mar. 15–Mar. 31
2013	18	8
2014	8	1
Compared to a lot of years (2013)	Δ10	Δ7

Table 4. Monthly precipitation and total sunshine time after removing fruit bearing branch of the previous year of surveyed for disease occurrence

Month	Accumulation precipitation (mm)		Total sunshine time (h)	
	2013	2012	2013	2012
Aug.	242	631.8	248.2	152.9
Sep.	62	219.8	184.3	162.5
Oct.	15.5	45	214.8	213.4
Cumulative amount	319.5	896.6	215.7	176.3
Compared to a lot of years (2012)	Δ577.1		39.4	

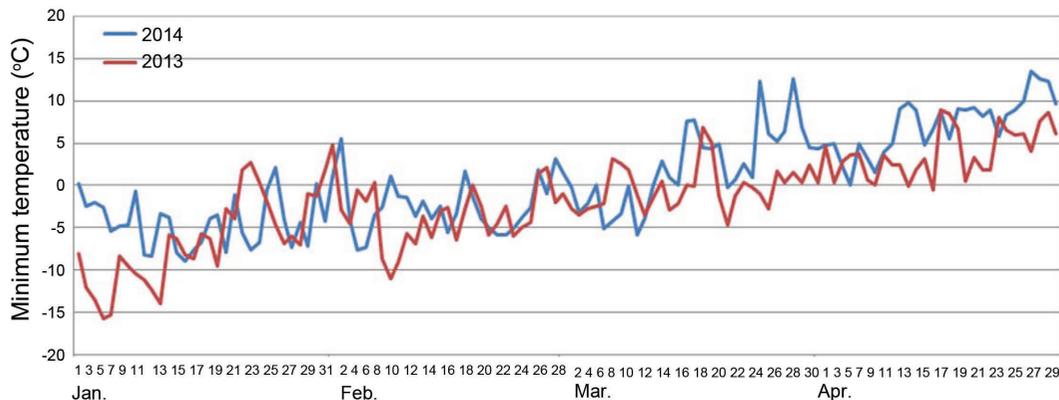


Fig. 2. Minimum temperature during January to April during the growing season of mulberry in Buan-gun of Jeonbuk province during 2013–2014.

Matuo (1977)에 의하면 포자가 빗방울에 의해 이동하여 빠르게 침투하여 병을 일으키고, Shirata (1980)는 포자 발아는 온도에 영향을 받아 봄철 따뜻한 날씨가 눈에 병을 일으키는 것으로 보고하였다. 또한 가을철에 가지치기를 하고 나서 가지의 절단면의 상처로 병원균이 침입하여 이듬 해 봄에 병징 진전되어 피해를 일으키므로(Ryu와 Oh, 1971; Ryu, 1974) 온도가 낮아지는 시기에 가지를 자르면 이듬해 병발생에 적어진다는 결과에서와 같이 뽕나무 눈마름병의 발생정도는 온도와 강우 등에 영향을 받는 것으로 판단된다. 또한 뽕나무는 9월 중순부터 10월 상순까지의 초가을에 고온이 경과하여 뽕나무 생육이 왕성하다가 갑자기 10월 중순부터 하순까지 기간에 평년보다 이른 시기에 저온이 경과하고 서리가 내리면 내동성이 확보되지 않아 수세가 저하되는 원인이 되며, 겨울철 온도가 낮게 경과하면 다음 해에 발생이 많아지므로(Ozawa와 Suzuki, 1988) 2012년의 결과지 제거 후 가을철의 많은 강우량과, 최저기온의 경과로 인해 다음 해인 2013년에 눈마름병 발생이 증가한 것으로 판단된다. 눈마름병은 *Fusarium lateritium*에 의해 발생하지만 발생정도는 기상환경에 영향을 받는 것으로 분석되었다. 주로 영향을 미치는 기상환경은 결과지 제거 후 강우가 잦을 때, 봄철 잦은 강우와 저온일 때 병발생이 증가하는 것으로 분석되었고 봄철의 잎눈튀기 전 기온이 따뜻해지면서 수액이 상승하다가 영하이하의 저온 경과로 인해 동해를 받는 것으로 판단되며 이에 따라 병발생이 증가하는 것으로 판단된다. 따라서 뽕나무 눈마름병이 다발생할 수 있는 조건이 될 때는 적용약제를 이용하여 적극적인 방제를 실시하여야 병 발생 피해를 최소화 할 수 있다.

요 약

*Fusarium lateritium*에 의해 발생하는 뽕나무 눈마름병이 전 북지역 뽕나무 주산지인 부안지역을 중심으로 발생하였다. 눈마름병이 걸린 가지는 병반 중심부가 약간 오목한 상태의 둥근 타원형의 병반을 형성하며 병반 위에 주황색 작은 입자들이 밀생하였다. 뽕나무 가지 위에 병반이 형성된 위쪽으로는 눈이 검게 변하고 말라서 눈이 튀지 않고 말라 죽거나 생육을 약화시키고 심한 경우 결과지가 검게 변하고 말라서 수량 감소를 초래하기도 한다. 뽕나무 눈마름병은 연차 간 발생정도 차이가 심하여 2013년도 전라북도에서 평균적으로 3.2% 발생을 하였으나 2014년도에는 발생한 포장을 찾기가 어려울 정도로 발생이 없었다. 발생차이의 원인을 찾기 위해 재배 중 기상조건을 조사분석한 결과 봄철의 온도가 낮거나 겨울철 영하이하로 경과하는 일수가 증가하는 조건에서 병 발생이 증가하고, 수확하고 난 결

과지를 제거한 후에 강우량이 많고 일조시수가 낮은 조건이 경과할 경우 이듬해 발생이 증가하는 것으로 분석되었다. 그러므로 눈마름병이 다발생 할 수 있는 조건이 경과되었을 때는 적용약제를 예방적으로 살포하여 피해를 최소화하여야 할 것이다.

Conflicts of Interest

The authors declare that they have no competing and commercial interests in this work.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of Cooperate Research Program for Agricultural Science & Technology Development Rural Development Administration, Korea (PJ009663, PJ01249806).

References

- Hong, S. K., Kim, W. G., Sung, G. B., Nam, S. H. and Kim, J. S. 2007. Aspects of popcorn disease occurrence on mulberry fruits in Korea. *Res. Plant Dis.* 13: 131-136. (In Korean)
- Kim, H. B., Kim, A. J. and Kim, S. Y. 2002. The analysis of functional materials in mulberry fruit and food product development trends. *Food Sci. Ind.* 36: 49-60. (In Korean)
- Kim, H. B., Sung, G. B., Hong, I. P. and Nam, H. W. 2004. Fruity characteristics of mulberry varieties for the production of fruit. *Korean J. Seric. Sci.* 46: 6-11. (In Korean)
- Kim, S. H., Seo, H. H., Cho, J. G., Jeon, S. J., Kwon, Y. S. and Jeong, Y. R. 2009. Studies on adaptability and influence evaluation for suitable zone in horticultural crop with temperature rising. In: Annual Research Rural Development Administration Agenda 5, ed. by S. J. Kang, pp. 712-714. RDA, Suwon, Korea. (In Korean)
- MIFAFF. 2012. Agricultural statistic on silkworm rearing and current state of sericulture in 2011. pp. 1-56.
- Minamizawa, K., Hirano, H. and Kurioka, A. 1997. Symptoms and disease outbreak of twig blight on mulberry. In: *Moriculture Science of Mulberry Cultivation*, ed. by A. A. Balkema, pp. 385-393. CRC press, Rotterdam, The Netherlands.
- Nam, S. Y., Kim, S. K., Kim, K. M., Jung, J. H. and Choi, K. S. 1988. The differences of temperatures, growth and crown gall occurrence in young 'Kyoho' grapevines according to heat conservation materials during winter. *Korean. J. Hort. Sci. Technol.* 16: 517-519. (In Korean)
- Ozawa, T. and Suzuki, S. 1988. Outbreak of blight disease on mulberry twig and this affecting factors, occurred in 1987, in Iwate prefecture. *Tohoku Agric. Res.* 41: 343-344.
- Ryu, K. S. 1974. Studies on the control of bud blight of mulberry

- tree when intermediate-cutting harvest in autumn. *Korean J. Seric. Sci.* 16: 99-109. (In Korean)
- Ryu, K. S. and Oh, J. S. 1971. A study on occurrence of mulberry magare blight disease by the cutting time and cutting height of mulberry tree in autumn. *Korean J. Seric. Sci.* 13: 13-16. (In Korean)
- Saito, H. and Matuo, T. 1977. *Fusarium* species and cultivars detected from the air or raindrops in *Fusarium*-blight-occurring mulberry fields. *J. Sericult. Sci. Japan* 46: 32-38.
- Sengupta, K., Govindaiah and Kumar, P. 1991. Fungal diseases of mulberry & their control. In: Diseases and Pests of Mulberry and Their Control, ed. by A. K. Ganguly, pp. 3-8. Jwalamukhi Job press, Bangalore, India.
- Shirata, A., Itot, S. S., Takahashi, K. and Ishie, T. 1980. Effect of temperature on fungal growth and pathogenicity of *Fusarium* spp. isolated from mulberry twig blight and tolerance of the isolates to the antifungal substances originating from the mulberry shoots. *Bull. Seri. Exp. Stn. (Japan)* 27: 807-830.
- Sung, G. B., Kim, K. Y. and Ji, S. D. 2013. Survey and analysis of mulberry tree for mulberry production. *J. Seric. Entomol. Sci.* 51: 48-55.
- Yoon, H. J., Kim, Y. T., Jin, K. S. and Park, I. G. 1994. Isolation and identification of pathogenic bacteria from branch rot of mulberry. *RDA. J. Agri. Sci.* 36: 331-336. (In Korean)