

DOI: 10.11686/cyxb2019372

http://cyxb.magtech.com.cn

杜蕙, 蒋晶晶, 王春明, 等. 天水地区葡萄霜霉病田间病情、孢子囊数量动态及病害始发关键因子分析. 草业学报, 2020, 29(5): 191—197.

Du H, Jiang J J, Wang C M, et al. Dynamics of disease and sporangium quantity, key factors analysis of grape downy mildew initial occurrence in Tianshui area. Acta Praticulturae Sinica, 2020, 29(5): 191—197.

天水地区葡萄霜霉病田间病情、孢子囊数量 动态及病害始发关键因子分析

杜蕙^{1,2}, 蒋晶晶^{1,2}, 王春明^{1,2}, 郭建国^{1,2}, 漆永红^{1,2}, 吕和平³, 陈明^{1,2*}

(1. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业部天水作物有害生物科学观测实验站, 甘肃 天水 741000; 3. 甘肃省农业科学院马铃薯研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要:葡萄霜霉病是为害天水地区葡萄的主要病害,为明确当前环境条件下天水地区田间霜霉病发生、霜霉病菌孢子囊数量时间动态及病害初始发生的关键因子,本研究采用捕孢法及病害定点调查,对葡萄生长期田间霜霉病菌孢子囊数量及霜霉病发生动态进行了观测,用农田小气候自动观测仪记录田间气象数据。结果表明,天水地区葡萄霜霉病菌孢子囊始见期一般为 7 月初左右,若条件适宜,7 月下旬至 8 月下旬为扩散盛期,9 月以后进入快速消退期;田间病害始发期为 7 月上中旬,条件适宜时 8 月中下旬进入盛发期。在田间检测到霜霉病菌孢子囊后 7 d 左右田间开始见到霜霉病斑,从病害始发期至盛发期田间病情扩展与霜霉菌孢子囊数量呈显著正相关;葡萄霜霉病的发生与温度、相对湿度、降水等气象因子密切相关,其中有效降水是影响葡萄霜霉病初始发生及蔓延流行的关键气象因子。

关键词:巨峰葡萄; 葡萄霜霉病菌; 病情指数; 孢子囊; 关键因子

Dynamics of disease and sporangium quantity, key factors analysis of grape downy mildew initial occurrence in Tianshui area

DU Hui^{1,2}, JIANG Jing-jing^{1,2}, WANG Chun-ming^{1,2}, GUO Jian-guo^{1,2}, QI Yong-hong^{1,2}, LÜ He-ping³, CHEN Ming^{1,2*}

1. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China; 2. Scientific Observing and Experimental Station of Crop Pests in Tianshui, Ministry of Agriculture, Tianshui 741000, China; 3. Potato Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou 730070, China

Abstract: Grape downy mildew is a major disease on grapes in Tianshui area. To clear the temporal dynamics of sporangium quantity and disease, the key factors to the disease initial occurrence, sporangia of *Plasmopara viticola* dispersal were observed using the spore-trapping machine and the disease state were investigated during the grape growing season in Tianshui area. At the same time, meteorological data were recorded in the field by automatic microclimate recording instrument. The results showed that the sporangium of *P. viticola* in Tianshui area was generally observed around the beginning of July. If conditions were suitable, it would be the quickly spreading period from late July to late August, and would enter the rapid decreasing period after September. The disease in the field initially occurred in the early or middle July, and reached its peak in the middle

收稿日期: 2019-08-27; 改回日期: 2019-12-09

基金项目: 甘肃省农业科学院科技支撑计划(2016GAAS08), 公益性行业(农业)科研专项(201203035)和甘肃省现代水果产业技术体系(GARS-SG-2)资助。

作者简介: 杜蕙(1970-), 女, 甘肃临洮人, 研究员, 硕士。E-mail: dh0928@163.com

* 通信作者 Corresponding author. E-mail: cmpipi@163.com

or late August when the conditions were suitable. Disease began to appear about 7 d after the sporangia of *P. viticola* were detected in the field, and there was a significant positive correlation between the disease index and the number of sporangium. The grape downy mildew is closely related to the meteorological factors of temperature, relative humidity, and rainfall, effective rainfall is the key factor to disease initial occurrence and spreading.

Key words: *Vitis vinifera* cv. Kyoho; *Plasmopara viticola*; disease index; sporangium; key factors

葡萄霜霉病是由葡萄生单轴霉(*Plasmopara viticola*)真菌侵染引起的多循环病害^[1],是葡萄生产上重要的真菌病害之一。主要危害葡萄叶片,发病初期在叶片上形成不规则黄褐色斑块,严重时叶片干枯早落,严重影响叶片的光合作用,后期还可侵染嫩梢、幼果、叶柄,导致减产 30%~50%,重者减产达 80%以上。葡萄霜霉病病菌繁殖体和传播体的数量是病害发生和流行的主导因素^[2]。高湿低温对孢子囊的产生和侵染十分有利。有性生殖产生的卵孢子是该病害的初侵染源,雨水对其萌发具有决定性作用^[3-5]。国内外学者对葡萄霜霉病在抗病品种选用^[6-7]、避雨栽培^[8-9]、流行预警^[10-11]及化学防治^[12-15]方面均有研究报道。随着甘肃省葡萄栽培面积的迅速扩大和气候条件的变化,葡萄霜霉病成为甘肃葡萄上严重发生的病害之一,为研究霜霉病在当前气候环境和农业耕作制度变化条件下的成灾因素,本研究通过对 2013—2015 年天水地区葡萄霜霉病发生动态及田间孢子囊数量调查,结合当地气象数据分析,找出影响病害发生的关键因子,为葡萄生产中霜霉病的预测预报及防治提供技术指导。

1 材料与方法

1.1 供试品种及仪器设备

供试葡萄(*Vitis vinifera*)品种为巨峰(Kyoho),为当地主栽葡萄品种,树龄 5 年。调查对象为葡萄霜霉病。仪器设备有 JDBZ1 固定式孢子捕捉仪(佳多科工贸有限责任公司生产)和 TRM-ZS3 型农田小气候自动观测仪(锦州阳光气象科技有限公司生产)。

1.2 研究区域概况

试验在天水市麦积区社棠镇下曲村葡萄园进行。该地位于甘肃省和天水市的东南部,东接陕西省宝鸡市。地理坐标为 E 105°25′—106°43′,N 34°06′—34°48′,海拔 1000~2100 m,属大陆半湿润季风气候,年平均气温 12℃,年均降水量 600 mm 左右,全年无霜期 170 d。葡萄为该地种植的主要经济林果,葡萄霜霉病为该地区葡萄常发病害。试验地面积 0.26 hm²,全程不使用任何杀菌剂,其他按当地常规管理。

1.3 试验方法

1.3.1 葡萄霜霉病田间病情调查 2013—2015 年 6—9 月在天水市麦积区社棠镇下曲村调查巨峰葡萄霜霉病的发生情况。具体方法:田间病情调查分 4 个小区,每小区固定 10 株葡萄树,每株调查 2 个当年抽生枝蔓,每蔓自上而下选取叶龄相同的 10 个叶片,每天调查 1 次,记录病害发生情况,依此计算病情指数。调查分级按 6 级法^[15]:0 级:无病斑;1 级:病斑面积占整个叶面积的 5%以下;3 级:病斑面积占整个叶面积的 6%~25%;5 级:病斑面积占整个叶面积的 26%~50%;7 级:病斑面积占整个叶面积的 51%~75%;9 级:病斑面积占整个叶面积的 76%以上。病情指数 = \sum (各级病叶数 × 相对应级数值) / (总叶数 × 最高级值) × 100。

1.3.2 田间孢子囊捕捉及监测 2013—2015 年的 6—9 月,在调查病害流行动态的同一个葡萄园中间位置放置 JDBZ1 固定式孢子捕捉仪进行霜霉菌孢子囊捕捉。捕孢方法参考吉丽丽等^[16]的方法略有改动。捕孢前,用记号笔在长 7.5 cm,宽 2.5 cm 载玻片上画 5 条平行线,将其分为均匀的 3 段,镜检时只观察中间段 2.5 cm × 2.5 cm 部分。捕孢时,将涂有一薄层凡士林的载玻片置于捕孢器的玻片架上,然后将玻片架推进去,打开电源即进行捕孢,每次持续时间为 15 min,每天捕捉 1 次,每次捕捉 5 张载玻片。每次捕孢结束后将载玻片及时带回实验室在显微镜下进行孢子囊数量统计。

1.3.3 气象数据的采集与处理 在试验地孢子捕捉仪旁放置 TRM-ZS3 型农田小气候自动观测仪器(锦州阳

光气象科技有限公司),记录环境温度、环境湿度、叶面湿度、露点温度和降水量等气象指标,每 1 h 采集一次数据。将采集到的环境温度、环境湿度等数据以日为单位,进行平均处理,得到日均气温、日均相对湿度;将当日 24 h 之内的降水量进行累计,得到当日降水量。

1.4 数据统计分析

试验数据采用 Excel 2003 和 SPSS 17.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 葡萄生长期霜霉病菌孢子囊数量及田间病情时间动态

2013—2015 年天水地区葡萄生长期霜霉病菌孢子囊数量及田间病情扩展动态如图 1 所示,首次捕捉到霜霉病菌孢子囊的时间分别出现在 6 月 28 日、7 月 11 日及 7 月 19 日,捕孢量达到高峰的时间分别出现在 8 月 16 日、9 月 12 日及 9 月 6 日,之后孢子囊数量均呈急剧下降趋势;田间病害始发时间分别在 7 月 5 日、7 月 11 日及 7 月 19 日,田间病情扩展达到高峰的时间分别在 8 月 23 日、9 月 19 日、9 月 13 日,之后田间病情缓慢下降。因此,在当前气候条件下,天水地区葡萄霜霉病菌孢子囊始见期一般为 7 月初左右,7—9 月为扩散期,若条件适宜,7 月下旬至 8 月下旬为扩散盛期,9 月以后随着气候条件变化和葡萄植株生长末期到来,孢子囊数量急剧下降。田间葡萄霜霉病 7 月上中旬始发,如果生长前期干旱少雨,则霜霉病发生始期延后。条件适宜时,8 月中下旬进入发病高峰期,若这一时期遇到多雨天气,葡萄霜霉病迅速蔓延。

2.2 田间病情与孢子囊数量相关性分析

葡萄霜霉病的潜育期为 4~20 d,大多数为 7~10 d,这主要与气候条件和寄主的抗性有关^[17-19]。本研究中首次检测到孢子囊后 7 d 左右,田间始见葡萄霜霉病发生。故将 7 d 平均捕孢量和其相邻下一个 7 d 平均病情指数进行相关性分析(表 1),2013—2015 年二者相关系数分别为 0.809、0.922、0.944。表明从病害始发期至盛发期,田间病情扩展与霜霉菌孢子囊数量呈显著正相关,即该阶段若环境条件适宜,随着孢子囊数量的增加病情会明显加重。因此,在检测到葡萄霜霉病菌孢子囊后,田间应采取预防措施,进一步根据孢子囊数量变化结合气候条件制定相应的防治策略。

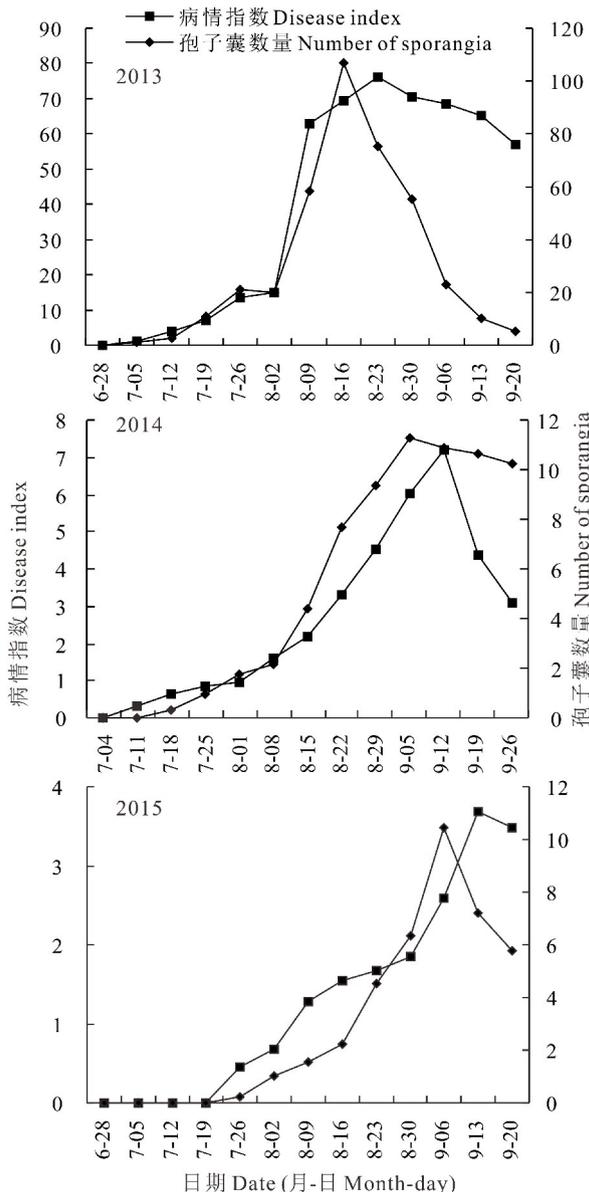


图 1 2013—2015 年天水地区葡萄霜霉菌孢子囊数量及田间病情时间动态

Fig. 1 The number of sporangia and disease epidemic pattern in 2013—2015 in Tianshui area

表 1 天水地区葡萄霜霉菌孢子囊数量与 7 d 后田间病情指数相关性

Table 1 Correlation between sporangium number of *P. viticola* and disease index after 7 days in Tianshui

年份 Year	相关系数 Correlation coefficient	显著性 Significance
2013	0.809 *	0.003
2014	0.922 *	0.000
2015	0.944 *	0.000

注: * 表示在 0.05 水平显著相关。

Note: * indicates a significant correlation at the 0.05 level.

2.3 天水地区葡萄霜霉病发生的主要气象因素分析

根据 2013—2015 年连续 3 年的气象数据(图 2 和表 2),以田间初次观察到霜霉病的日期为起点,统计分析发病前连续两旬(20 d)的气象数据。其中霜霉病始发前 10 d 的日均温度为范围为 17.7~30.0 °C,平均为 23.8 °C,温度变化幅度不大。日均相对湿度 36.4%~93.1%,平均为 69.0%,10 d 累计降水量均大于 20 mm,降水天数均在 5 d 以上。进一步分析病发前 20 d 的天气情况,日均温度为 17.7~30.0 °C,平均为 23.2 °C。单日降水量最高可达 102.6 mm,降水量变化很大,降水频率高。连续两旬累计降水量均在 30 mm 以上,并且至少有一次降水量大于 10 mm 的天气过程。连续两旬日均相对湿度范围 36.4%~96.9%,平均相对湿度 70.3%,相对湿度对病害发生也有一定影响,但相对湿度受降水量和温度的影响。因此,温度、湿度及降水量与霜霉病发生密切相关。当日均温度 22 °C 左右,连续两旬累计降水量 30 mm 以上,并且至少有一次降水量大于 10 mm 的天气过程或 10 d 累计降水量 20 mm 以上,降水频繁,有 50% 以上的降水日,霜霉病便可发生。

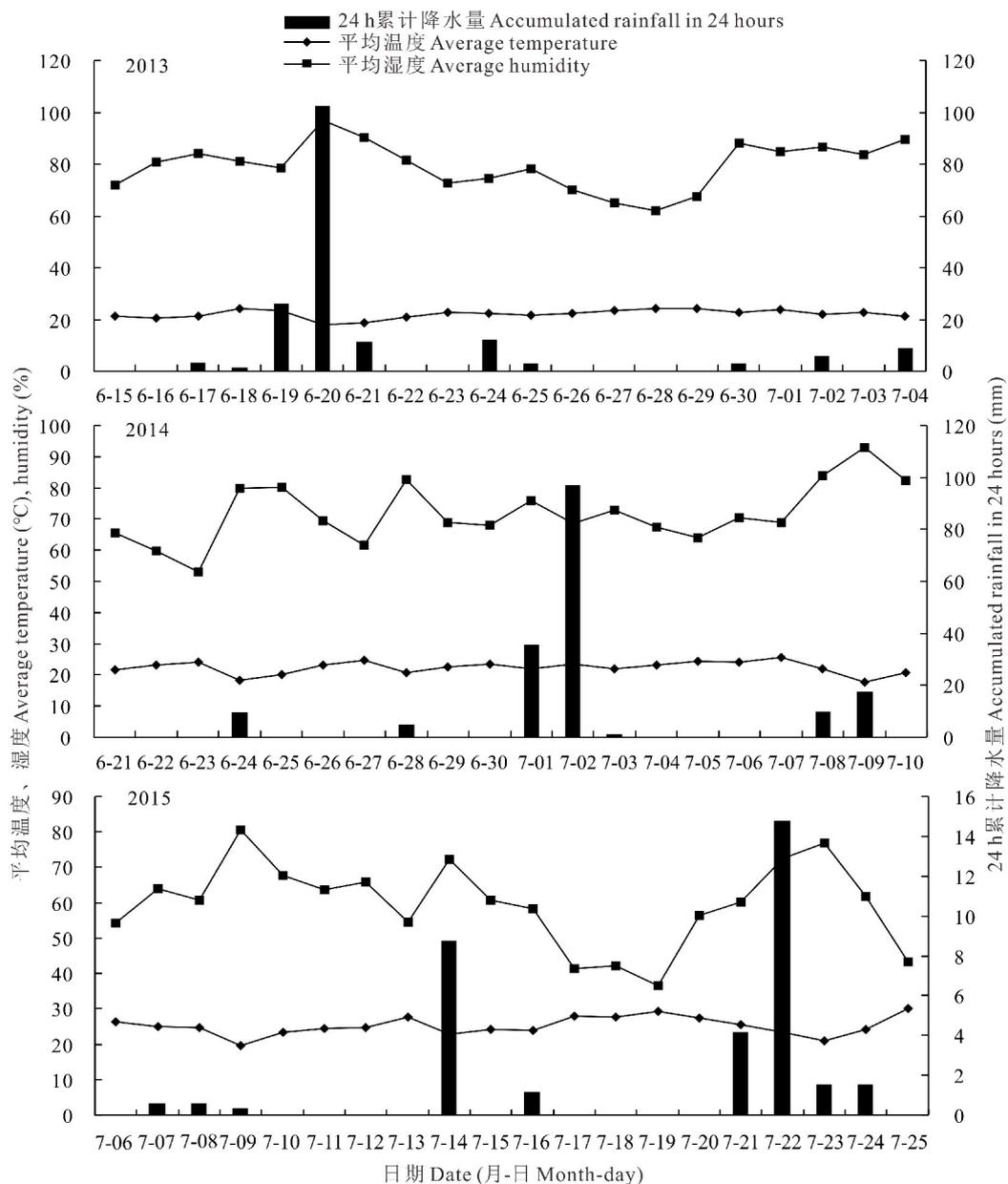


图 2 2013—2015 年霜霉病始发前连续两旬主要气象数据

Fig. 2 Meteorological data of consecutive 20 days before the initial occurrence of downy mildew in 2013—2015

分析 2013—2015 年霜霉病田间发生情况及气象数据发现,2013 年病发前连续两旬累计降水量达 181.2 mm,病害发生后扩展速度快,造成病害大流行;2014 年病发前连续两旬累计降水量达 178.2 mm,主要降水集中在病发前 10 d(162.8 mm),病害发生严重;2015 年病发前连续两旬累计降水量 33.8 mm,环境湿度不足 60%,日均温度 25 ℃ 以上,田间病害初侵染发生后,持续少雨的高温天气不利于病害扩展,后期发病较轻。因此,当日均温度 22 ℃ 左右,连续两旬降水量 150 mm 以上,且连续 2 d 降水量大于 10 mm 的天气过程出现 2 次或连续 2 d 降水量大于 20 mm 的天气过程出现 1 次,病害发生后迅速蔓延流行,有效降水是导致霜霉病发生蔓延的主导气象因素。

表 2 2013—2015 年霜霉病始发前主要气象要素分析

Table 2 Analysis of major meteorological factors before downy mildew initial occurrence in 2013—2015

时间 Time	项目 Item	田间病害始发日期 Initial occurrence date of disease		
		2013-07-05	2014-07-11	2015-07-26
病发前 10 d 10 days before disease occur- rence	平均温度 Average temperature (℃)	22.9(21.3~24.4)	22.5(17.7~25.5)	26.0(20.9~30.0)
	平均相对湿度 Average relative humidity (%)	77.5(62.0~89.4)	74.7(64.0~93.1)	54.9(36.4~76.9)
	10 d 累计降水量 Accumulated rainfall in 10 days (mm)	22.6	162.8	23.4
	降水天数 Days of rainfall (d)	6	6	5
病发前 20 d 20 days before disease occur- rence	平均温度 Average temperature (℃)	22.1(18.0~24.4)	22.3(17.7~25.5)	25.2(19.7~30.0)
	平均相对湿度 Average relative humidity (%)	79.4(62.0~96.9)	71.8(53.1~93.1)	59.7(36.4~80.7)
	20 d 累计降水量 Accumulated rainfall in 20 days (mm)	181.2	178.2	33.8
	降水天数 Days of rainfall (d)	12	9	9
	降水量 10 mm 以上的天数 Days with rainfall \geq 10 mm (d)	4	4	1
	降水量 20 mm 以上的天数 Days with rainfall \geq 20 mm (d)	2	2	0
	连续 2 d 降水量 10 mm 以上 Continuous 2 d rainfall \geq 10 mm (次 time)	2	2	0
	连续 2 d 降水量 20 mm 以上 Continuous 2 d rainfall \geq 20 mm (次 time)	1	1	0

3 讨论

葡萄霜霉病属于多循环病害,主要依靠气流传播,一旦条件适合,其病原繁殖速度快,很易爆发成灾。病原菌繁殖体和传播体的数量或密度是病害发生和流行的一个重要因子^[20],同时也是病害预测预报的重要依据^[21]。研究其孢子囊的扩散动态对了解该病害的发生和流行有十分重要的意义。国内对于葡萄霜霉菌孢子囊扩散与田间病情的相关性研究较少。有少数学者采用孢子捕捉法研究了葡萄白粉菌分生孢子扩散动态与田间病情的相关性^[22],吉丽丽等^[9]对葡萄霜霉菌孢子囊扩散动态与田间病情的相关性进行研究,结果表明二者呈显著正相关。本研究结果表明,葡萄霜霉菌孢子囊扩散量与田间病情扩展呈显著正相关,即若条件适宜,随着捕孢量的增加病情会逐渐加重,这与其他学者的研究结果一致。葡萄霜霉病属于多循环病害,主要靠气流传播,在一个生长季节可进行多次重复侵染^[23]。湿度、降水量是影响葡萄霜霉病发生和流行的重要环境因素^[24]。从 3 年天水地区葡萄霜霉病的发生情况来看,降水是影响霜霉病初发的关键气象因子,这与李宝燕等^[25]的研究结果一致。但病害的发生流行是病原菌—寄主互作的复杂过程,受寄主本身的抗性、环境条件等诸多因素的影响。葡萄霜霉菌大多以卵孢子随病组织在土壤中进行越冬,在温暖地区也可以菌丝体在芽眼或未脱落的叶片中越冬,成为翌年初侵染来源,孢子囊萌发释放游动孢子引起再侵染,孢子囊数量的积累是病害发生的前提和基础。本研究中试验区气候温和,年均气温 12 ℃,冬季葡萄树不用埋土越冬,病害初侵染源的来源更加多样化,葡萄霜霉病已成为该区域的常发病害,随着种植年限的延长,葡萄园中积累了大量的病原菌,一旦环境条件适宜,病害就会发生。

4 结论

本研究综合分析了天水地区 2013—2015 年葡萄生长期空气中捕捉到的孢子囊数量、田间病情变化情况及当地气象条件,结果表明,天水地区葡萄霜霉病菌孢子囊始见期一般为 7 月初左右,若条件适宜,7 月下旬至 8 月下旬为扩散盛期,9 月以后进入快速消退期;田间病害始发期为 7 月上中旬,条件适宜时 8 月中下旬进入盛发期。在田间检测到霜霉病菌孢子囊后 7 d 左右田间开始见到霜霉病斑,从病害始发期至盛发期田间病情扩展与霜霉菌孢子囊数量呈显著正相关;葡萄霜霉病的发生与温度、相对湿度、降水等气象因子密切相关,当日均温度 22 ℃ 左右,连续两旬累计降水量 30 mm 以上,并且至少有一次降水量大于 10 mm 的天气过程或 10 d 累计降水量 20 mm 以上,降水频繁,有 50% 以上的降水日,霜霉病便可发生,建议此时进行预防。若连续两旬降水量 150 mm 以上,且连续 2 d 降水量大于 10 mm 的天气过程出现 2 次或连续 2 d 降水量大于 20 mm 的天气过程出现 1 次,病害发生后迅速蔓延,应及时采取防治措施,控制该病蔓延。本研究可为天水及相似气候条件地区葡萄霜霉病的预测预报和防治提供参考。

参考文献 References:

- [1] Zhao K H. A color atlas of grape diseases and pests. Beijing: China Agriculture Press, 2006: 6—11.
赵奎华. 葡萄病虫害原色图鉴. 北京: 中国农业出版社, 2006: 6—11.
- [2] Sun Z J. China's viticultural area has reached 552000 hectares. China Fruit Industry Information, 2012, 1(29): 53.
孙兆军. 中国葡萄栽培面积已达 55.2 万公顷. 中国果业信息, 2012, 1(29): 53.
- [3] Kang T L, Zheng P S, Wang Y L. History, current situation and future development trend of grape cultivation in Gansu. Chinese and Foreign Grapes and Wine, 2009, (5): 77—79.
康天兰, 郑平生, 王艳玲. 甘肃葡萄栽培的历史、现状与未来发展趋势. 中外葡萄与葡萄酒, 2009, (5): 77—79.
- [4] Burruano S. The life-cycle of *Plasmopara viticola* cause of downy mildew of vine. Mycological, 2000, 14(4): 179—182.
- [5] Xiao W Q. The occurrence and comprehensive prevention of grape downy mildew. Fujian Agricultural Science and Technology, 2010, (1): 58—59.
肖武琴. 葡萄霜霉病的发生与综合防治. 福建农业科技, 2010, (1): 58—59.
- [6] Zhang Z P, Huang J G, Tian L. The incidence and control measures of grape downy mildew. Modern Agricultural Science and Technology, 2009, (4): 113—115.
张志平, 黄建国, 田礼. 葡萄霜霉病的发病规律及防治措施. 现代农业科技, 2009, (4): 113—115.
- [7] Lü Z W, Wang P, Liu D C, et al. Symptoms and integrated control techniques of grape downy mildew. Deciduous Fruit Trees, 2010, 42(3): 35—36.
吕中伟, 王鹏, 刘德畅, 等. 葡萄霜霉病症状及综合防治技术. 落叶果树, 2010, 42(3): 35—36.
- [8] Liu X, Liang M, Wang Y, et al. Biological characteristics and pathogenicity of grape downy mildew in different regions. Northern Horticulture, 2013, (6): 119—122.
刘旭, 梁曼, 王阳, 等. 不同地区葡萄霜霉病菌生物学特性及致病力研究. 北方园艺, 2013, (6): 119—122.
- [9] Ji L L, Li H Q, Han H W, et al. Resistance of different grape varieties to *Plasmopara viticola*. Xinjiang Agricultural Sciences, 2010, 47(12): 63—68.
吉丽丽, 李海强, 韩宏伟, 等. 不同葡萄品种对霜霉病的抗性鉴定. 新疆农业科学, 2010, 47(12): 63—68.
- [10] Li Y J, Yu L M, Shi J. The resistance of grape varieties to downy mildew and the effects of leaf exudates on the germination of zoospore. Agricultural Science Research, 2008, 29(1): 25—27.
李亚娟, 俞立民, 史娟. 葡萄品种对霜霉病的抗性及其叶片分泌物对游动孢子囊萌发的影响. 农业科学研究, 2008, 29(1): 25—27.
- [11] Wang C M, Guo J G, Qi Y H, et al. Resistance of different table grape varieties to downy mildew. Northern Horticulture, 2013, (9): 142—145.
王春明, 郭建国, 漆永红, 等. 不同鲜食葡萄品种对霜霉病的抗性比较. 北方园艺, 2013, (9): 142—145.
- [12] Xu H X, Zhu J L, Chang Y Y. Study on resistance of grape varieties to downy mildew. Chinese and Foreign Grapes and Wine, 2004, (2): 30—33.
徐红霞, 朱建兰, 常永义. 葡萄品种对霜霉病抗性研究. 中外葡萄与葡萄酒, 2004, (2): 30—33.
- [13] Liu H N, Wu G Y, Zhao Y H. Identification of downy mildew resistance of several table grape varieties. Journal of Yangtze University (Natural Science Edition), Agricultural Science, 2007, 4(6): 19—22.
刘会宁, 吴广宇, 赵耀华. 几个鲜食葡萄品种霜霉病抗性的鉴定. 长江大学学报(自然科学版)农学卷, 2007, 4(6): 19—

22.

- [14] Li H, Guo M H. Progress in prediction model and warning technology of grape downy mildew. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2005, 21(10): 313–316.
李华, 郭明浩. 葡萄霜霉病预测模型及预警技术研究进展. *中国农学通报*, 2005, 21(10): 313–316.
- [15] Gu B G, Wang J Y, Wu X P, *et al.* Guidelines for the field efficacy trials (II). Beijing: China Standard Press, 2004: 409–413.
顾宝根, 王金友, 吴新平, 等. 农药田间药效试验准则(二). 北京: 中国标准出版社, 2004: 409–413.
- [16] Ji L L, Li H Q, Ren Y Z, *et al.* Dynamics of sporangium diffusion of *Plasmopara viticola* and its correlation with disease incidence in vineyard. *Journal of Fruit Science*, 2012, 29(1): 94–98.
吉丽丽, 李海强, 任毓忠, 等. 葡萄霜霉病菌孢子囊扩散动态及与田间病情的相关性. *果树学报*, 2012, 29(1): 94–98.
- [17] Ma Y Q, Qian Q L, Liu C M, *et al.* Analysis of the relationship between the occurrence of grape downy mildew and meteorological conditions in Xianyang area. *Chinese and Foreign Grapes and Wine*, 2008, (5): 35–37.
马延庆, 千琼丽, 刘长民, 等. 咸阳地区葡萄霜霉病的发生规律与气象条件关系分析. *中外葡萄与葡萄酒*, 2008, (5): 35–37.
- [18] Zhao P, Sun D M, Ma W D. The meteorological conditions analysis of grape downy mildew in Manasi County. *Hebei Agricultural Science*, 2008, 12(3): 67–68.
赵萍, 孙殿明, 马卫东. 玛纳斯县葡萄霜霉病发生的气象条件分析. *河北农业科学*, 2008, 12(3): 67–68.
- [19] Vercesi A, Tomaghi R, Sant S, *et al.* A cytological and ultrastructural study on the maturation and germination of oospore of *Plasmopara viticola* from overwintering vine leaves. *Mycological Research*, 1999, 103: 193–202.
- [20] Zhou Y L, Huang Y L, Duan X Y. Methods and techniques of monitoring of plant pathogens. *Plant Protection*, 2007, 33(3): 20–22.
周益林, 黄幼玲, 段霞瑜. 植物病原菌监测方法和技术. *植物保护*, 2007, 33(3): 20–22.
- [21] Xiao Y Y, Ji B H, Yang Z W, *et al.* Epidemic and forecast of plant disease. Beijing: China Agricultural University Press, 1998: 85–95.
肖悦岩, 季伯衡, 杨之为, 等. 植物病害流行与预测. 北京: 中国农业大学出版社, 1998: 85–95.
- [22] Men G Y, Ji L L, Zhang T, *et al.* Correlation between conidial dispersal dynamics of *uncinula necator* and disease state in vineyard. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2010, 47(5): 941–946.
门光耀, 吉丽丽, 张涛, 等. 葡萄白粉菌孢子扩散动态与田间病情相关性研究. *新疆农业科学*, 2010, 47(5): 941–946.
- [23] Wang X Y, Huang J, Xia F, *et al.* The occurrence law and measurement method of grape downy mildew. *Anhui Agricultural Science Bulletin*, 2006, 12(2): 120–121.
王向阳, 黄娟, 夏风, 等. 葡萄霜霉病发生规律及测报方法. *安徽农学通报*, 2006, 12(2): 120–121.
- [24] Yu S Y, Fu J F, Liu C Y, *et al.* Epidemic temporal dynamics of grape downy mildew and its meteorological influencing factors in Shenyang, Liaoning. *Journal of Plant Pathology*, 2016, 46(4): 529–535.
于舒怡, 傅俊范, 刘长远, 等. 沈阳地区葡萄霜霉病流行时间动态及其气象影响因子分析. *植物病理学报*, 2016, 46(4): 529–535.
- [25] Li B Y, Yu X L, Shi J, *et al.* Related factors analysis of grape downy mildew initial occurrence. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2019, 35(9): 28–33.
李宝燕, 于晓丽, 石洁, 等. 葡萄霜霉病田间初始发生相关因素分析. *中国农学通报*, 2019, 35(9): 28–33.