

# 葡萄霜霉菌孢子囊扩散动态与田间霜霉病扩展的相关性研究

杜 蕙, 王春明, 郭建国, 漆永红, 吕和平

(甘肃省农业科学院 植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070)

**摘 要:**以兰州、天水地区的葡萄为试材,利用孢子捕捉仪对2个地区葡萄生长期田间葡萄霜霉菌孢子囊数量进行了观测,同时定点系统调查了田间霜霉病发生情况,并分析二者之间的相关性。结果表明:甘肃葡萄霜霉菌孢子囊始见期一般为6月下旬或7月初,7—9月为扩散期,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;从田间捕捉到霜霉菌孢子囊开始,若环境条件适合,7 d后霜霉病陆续发生;葡萄生长期孢子囊扩散量与田间病情相关系数为0.90以上,葡萄霜霉菌孢子囊扩散量与田间病情扩展呈显著正相关。

**关键词:**葡萄霜霉菌;孢子捕捉;田间病情;相关性

**中图分类号:**S 436.631.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)02-0113-04

葡萄霜霉病(*Plasmopara viticola*)是葡萄主要病害之一,在我国各葡萄产区几乎都有发生<sup>[1]</sup>。据调查,2010年我国葡萄栽培面积达55.2万hm<sup>2</sup>,严重发病地块的葡萄霜霉病发生率高达70%以上<sup>[2]</sup>。发病严重时病叶焦枯早落,影响当年的产量和花芽形成,并使第2年产量受到显著影响。甘肃是我国葡萄栽培最早的地区之一。近年来,甘肃省葡萄栽培面积迅速扩大,特别是天水麦积区已发展成为全国著名的鲜食葡萄生产基地<sup>[3]</sup>,而葡萄霜霉病已成为该地区葡萄最严重的病害之一,每年因该病造成了较大经济损失。

目前,对葡萄霜霉病的研究主要集中在葡萄霜霉病的病原、病原菌的生物学特性、发病症状、品种的抗性、发病规律及防治方法等方面<sup>[4-13]</sup>,对病菌的扩散动态与病害发生的相关性研究相对较少。葡萄霜霉菌的发育与气候条件密切相关,雨露较重、相对低温的天气有利于霜霉病的发生和流行<sup>[4]</sup>。对霜霉病的防治目前采用的主要防治手段是喷施化学农药,但其用量过多也带来许多严重问题,若要减轻农药污染,就必须对病害进行精确的预测预报,以便确定最合理的农药使用时机和使用量<sup>[14]</sup>。葡萄霜霉菌以卵孢子随病组织在土壤中进

行越冬,温暖地区,菌丝体也可以在芽眼或未脱落的叶片中越冬,成为第2年初的侵染来源。孢子囊萌发释放游动孢子引起再侵染,孢子囊是病害扩展的基础和前提。现对甘肃的兰州、天水地区不同年份葡萄霜霉菌孢子囊扩散与该病发生的关系进行分析,以便对该病害的测报和防治提供准确依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试葡萄品种:“巨峰”、“瑞比尔”及“京秀”。

仪器设备:JDBZ1 固定式孢子捕捉仪、JDBZ3 便携式孢子捕捉仪(鹤壁佳多科工贸有限责任公司)。

### 1.2 试验方法

1.2.1 葡萄生长期孢子囊扩散动态观察 试验在天水市麦积区社棠镇下曲村和甘肃省农业科学院林果花卉研究所葡萄园进行。2013、2014年的6—9月,分别在天水麦积区用JDBZ1固定式孢子捕捉仪、在甘肃省农业科学院林果花卉研究所葡萄园内用JDBZ3便携式孢子捕捉仪进行孢子囊捕捉。捕孢方法参考吉丽丽等<sup>[15]</sup>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,捕完后将玻片拿回实验室对孢子囊进行镜检和计数,每7 d捕捉1次,每次捕捉5张载玻片。

**第一作者简介:**杜蕙(1970-),女,甘肃临洮人,硕士,研究员,现主要从事植物病害等研究工作。E-mail:dh0928@163.com.

**基金项目:**公益性行业(农业)科研资助项目(201203035);甘肃省科技支撑计划资助项目(1204NKCA099)。

**收稿日期:**2015-10-08

1.2.2 葡萄生长期田间病情调查 在捕捉孢子囊的同时,同步定点调查葡萄霜霉病的发生情况。具体方法按农业部制定的农药田间药效试验准则<sup>[16]</sup>进行:每个品种选取20个新梢,每个新梢自上而下选取叶龄相同的10个叶片,调查叶片发病级数,每7 d调查1次,计算病情指数。

1.2.3 葡萄生长期孢子囊数量与田间病情的相关性分析 由于孢子囊捕获数量易受捕孢时天气状况及农事操作等因素的影响,导致其数量出现较大波动。为此,采用平均数值进行统计分析,以尽量降低各种环境因素的影响。葡萄霜霉病潜育期一般为4~10 d<sup>[17-19]</sup>,故以7 d平均捕孢量对应相邻下一个7 d的平均病情指数,应用Excel软件中的CORREL函数对2组数据进行相关性分析,计算相关系数<sup>[20]</sup>。

### 1.3 项目测定

病情分级按6级法进行。0级:无病斑;1级:病斑面积占整个叶面积的6%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75%以上。

病情指数(%) =  $\frac{\sum(\text{各级病叶数} \times \text{相对级数值})}{\text{调查总叶数} \times \text{最高级数值}} \times 100$ 。

### 1.4 数据分析

应用Excel软件中的CORREL函数对数据进行相关性分析,计算相关系数。

## 2 结果与分析

### 2.1 兰州地区葡萄生长期葡萄霜霉病菌孢子囊扩散动态与田间病情扩展动态

从2013、2014年田间霜霉病菌孢子囊捕捉情况看,7月初开始捕捉到霜霉病菌孢子囊(图1、2),直至7月下旬左右捕捉到空气中孢子囊的数量达到第1个高峰,随后有波动,主要原因是7月底葡萄园喷过1次防霜霉病的药剂;2013年8月26日左右又有新的小高峰出现,9月2日以后捕捉到的孢子囊数量急剧下降;2014年9月2日出现捕孢高峰,之后孢子囊数量急剧下降,分析主要原因是2014年8月之前天气特别干旱所致。

从田间定点调查自然发病情况可以看出,2个葡萄品种在田间自然发病始期均在7月上旬(图1、图2),2个品种均于8月底至9月初达到发病高峰期,之后病情趋于平稳。

### 2.2 天水地区葡萄生长期葡萄霜霉病菌孢子囊扩散动态与田间病情扩展动态

2013年调查结果表明(图3),首次捕捉到葡萄霜霉病菌孢子囊是6月28日,之后1周(7月5日)田间葡萄霜霉病开始发生;捕捉到的孢子囊达到第1个高峰时(7

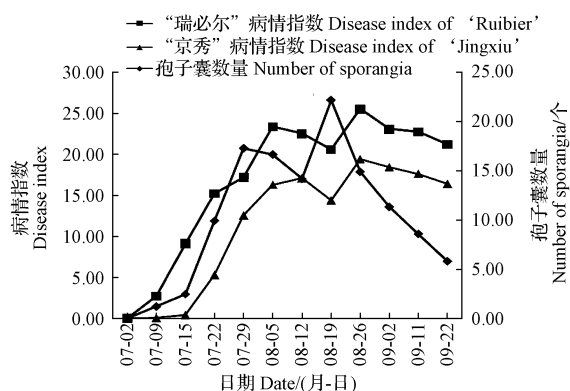


图1 2013年兰州地区葡萄生长期霜霉菌孢子囊扩散动态与田间病情扩展动态

Fig. 1 Sporangium dispersal dynamics of *Plasmopara viticola* and disease epidemic pattern in 2013 in Lanzhou area

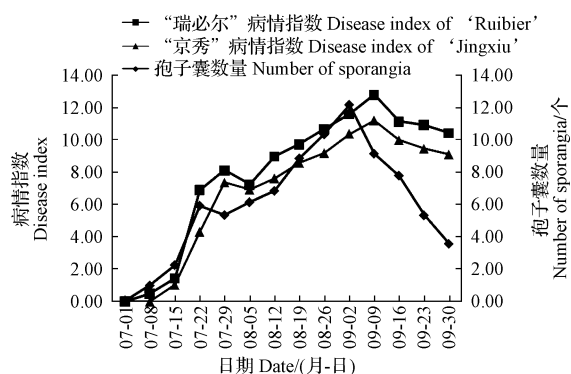


图2 2014年兰州地区葡萄生长期霜霉菌孢子囊扩散动态与田间病情扩展动态

Fig. 2 Sporangium dispersal dynamics of *Plasmopara viticola* and disease epidemic pattern in 2014 in Lanzhou area

月23日),田间霜霉病发生呈急剧上升趋势,到捕捉到的孢子囊再次达到高峰(8月12日)后第9天田间霜霉病达到发病高峰期(8月23日),进入9月以后,孢子囊数量急剧下降,病情指数达到最大并呈平缓下降趋势。2014年调查结果表明(图4),2014年天水地区葡萄霜霉病发生较轻,主要与干旱少雨的气候条件有关。首次捕捉到霜霉病菌孢子囊是7月1日,但之后孢子囊数量呈现非常缓慢的增加趋势,直到9月10日才出现捕孢高峰,之后孢子囊数量急剧下降;田间7月11日霜霉病初发,田间病情扩展非常缓慢,直到9月19日才出现发病高峰,之后随着孢子囊数量急剧减少,病情扩展趋于平缓。

### 2.3 孢子囊数量与田间病情的相关性分析

由田间病情扩展动态可知,8月底至9月初病情增至最大并保持平稳,而此时已进入葡萄采收后期,随着葡萄植株的衰减以及受气候变化的影响,孢子囊数量急剧下降,因此分析9月以后二者的相关性实际意义不

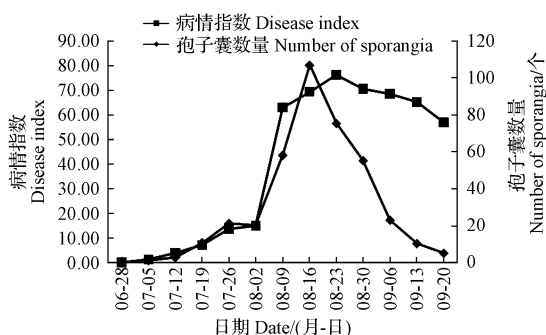


图3 2013年天水地区葡萄生长期孢子囊扩散动态与田间病情扩展动态(“巨峰”)

Fig. 3 Sporangia dispersal dynamics of *Plasmopara viticola* and disease epidemic pattern in 2013 in Tianshui area(‘Kyoho’)

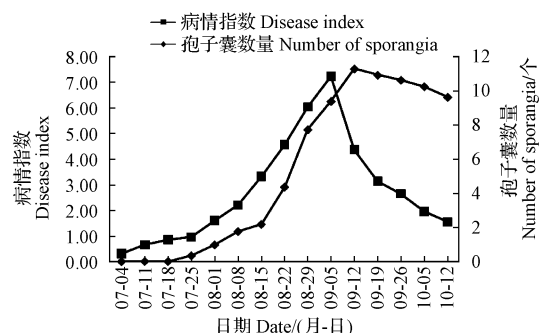


图4 2014年天水地区葡萄生长期孢子囊扩散动态与田间病情扩展动态(“巨峰”)

Fig. 4 Sporangia dispersal dynamics of *Plasmopara viticola* and disease epidemic pattern in 2014 in Tianshui area(‘Kyoho’)

大,关键应分析7—8月的孢子囊数量变化与病情扩展的相关性<sup>[6]</sup>。经2年2个地区的数据统计分析,相关系数均在0.90以上,表明从病害始发期至盛发期(7月上旬至8月下旬)霜霉菌孢子囊扩散量与田间病情扩展呈显著的正相关,即该阶段若条件适宜,随着捕孢量的增加病情会明显加重。

### 3 讨论与结论

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,病害潜育期短,爆发性强,很易成灾。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<sup>[21]</sup>,同时也是病害预测预报的重要依据<sup>[22]</sup>。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。国内外学者采用孢子捕捉的方法对葡萄白粉菌<sup>[23-24]</sup>、葡萄灰霉菌<sup>[24]</sup>的分生孢子扩散动态与气象因素的相关性进行了研究,认为白粉菌、灰霉菌分生孢子扩散与相对湿度呈负相关,与最高温度、风速呈正相关;REINERIA等<sup>[24]</sup>对葡萄霜霉菌孢子囊的扩散动态与气象因素的相关性进行了研究,认为葡萄霜霉菌孢子囊的扩散与最低温度和

平均温度呈正相关。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对葡萄白粉菌分生孢子扩散动态与田间病情的相关性<sup>[20]</sup>、葡萄霜霉菌孢子囊扩散动态与田间病情的相关性<sup>[15]</sup>进行研究,表明二者呈显著正相关。周益林等<sup>[25]</sup>采用车载移动式孢子捕捉器对小麦白粉病的研究显示,分生孢子捕捉量与田间病情有明显的相关性。

该研究综合甘肃省兰州和天水地区2年葡萄生长期空气中捕捉到的孢子囊数量变化情况表明,2013年6月底至7月初(天水为6月28日、兰州为7月1日)开始捕捉到孢子囊,7d后葡萄园可陆续观察到霜霉病发生。调查发现,葡萄霜霉病的潜育期长短受环境条件及品种抗性的影响较大,在所调查的葡萄园潜育期一般7~10d左右,这与其他学者的研究结果<sup>[17-19]</sup>基本一致。故从捕捉到霜霉菌孢子囊开始,若气候条件适宜,7d以后田间可陆续观察到霜霉病发生,可据此结合气象条件初步预测霜霉病的初发期;同时,根据2013、2014年6—9月天水 and 兰州地区病害系统调查,2013年在兰州地区8月5日(天水地区为8月1日)之前葡萄霜霉病发生较轻,之后病情逐渐加重,这与7月中旬一般捕孢量较少,8月中旬进入捕孢高峰期的结果是一致的。2014年由于前期干旱,霜霉病发生较晚、较轻,直到9月中旬后(兰州为9月13日,天水为9月19日)才出现发病高峰,这与捕孢高峰期分别出现在9月5日(兰州)和9月10日(天水)的结果相吻合。因此,甘肃葡萄霜霉菌孢子囊始见期一般为6月下旬至7月初,扩散期为7—9月,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;甘肃葡萄霜霉病一般7月上旬为初发期,7月下旬至8月中旬进入盛发期,到8月底9月初病情增至最大并保持平稳,之后缓慢下降。观测中发现葡萄霜霉菌孢子囊捕捉量易受到气候条件如风力、降水、温度、太阳辐射及农事操作如修剪、喷药等因素的影响,其中以降雨和风力的影响最大,从而导致葡萄霜霉菌孢子囊的捕捉量出现波动。

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<sup>[26]</sup>。风是葡萄霜霉菌快速有效的传播介质,传播过程在水中发生,一般要经过孢子囊萌发,游动孢子的释放和萌发及侵入寄主3个时期<sup>[17]</sup>。葡萄霜霉病的潜育期为4~20d,大多数为7~10d,最短可在4d内完成一个侵染循环,这主要与气候条件和寄主的抗性有关<sup>[17-19]</sup>。故将7d平均捕孢量和其相邻下一个7d平均病情指数进行相关性分析,平均相关系数0.90以上,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。因此,可根据捕捉到孢子囊数量的变化可初步预测病害扩展情况,为病害预报和防

治提供依据。

依据该研究结果,可根据首次捕捉到孢子囊的时间结合气象资料初步预测葡萄霜霉病初发期。可见孢子捕捉法简便,对于研究病害的发生、流行及病害测报具有较高的应用价值。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。葡萄霜霉病的发生流行与环境湿度关系密切,在降水多的年份发生严重,干旱年份发病较轻,而孢子囊数量的积累只是病害发生的前提和基础,若用孢子捕捉法对霜霉病进行准确的测报,应进行不同气候年份试验资料与数据的积累,以消除极端气候条件对病害发生的影响。

### 参考文献

- [1] 赵奎华. 葡萄病虫害原色图鉴[M]. 北京:中国农业出版社,2006:6-11.
- [2] 孙兆军. 中国葡萄栽培面积已达 55.2 万公顷[J]. 中国果业信息, 2012(1):53.
- [3] 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[J]. 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[J]. Mycological,2000,14(4):179-182.
- [5] 肖武琴. 葡萄霜霉病的发生与综合防治[J]. 福建农业科技,2010(1):58-59.
- [6] 张志平,黄建国,田礼. 葡萄霜霉病的发病规律及防治措施[J]. 现代农业科技,2009(4):113-115.
- [7] 吕中伟,王鹏,刘德畅,等. 葡萄霜霉病症状及综合防治技术[J]. 落叶果树,2010(3):35-36.
- [8] 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[J]. 北方园艺,2013(6):119-122.
- [9] 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[J]. 新疆农业科学,2010,47(12):63-68.
- [10] 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[J]. 农业科学研究,2008,29(1):25-27.
- [11] 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[J]. 北方园艺,2013(9):142-145.
- [12] 徐红霞,朱建兰,常永义. 葡萄品种对霜霉病抗性研究[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2004(2):30-33.
- [13] 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[J]. 长江大学学报(自然科学版),2007(6):19-22.
- [14] 李华,郭明浩. 葡萄霜霉病预测模型及预警技术研究进展[J]. 中国农学通报,2005,21(10):313-316.
- [15] 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[J]. 果树学报,2012,29(1):94-98.
- [16] 农药田间药效试验准则(二)[M]. 北京:中国标准出版社,2004:409-413.
- [17] 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[J]. 中外葡萄与葡萄酒,2008(5):35-37.
- [18] 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[J]. 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 oospores of *Plasmopara viticola* from overwintering Vine leaves[J]. Mycological Research,1999,103:193-202.
- [20] 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[J]. 新疆农业科学,2010,47(5):941-946.
- [21] 周益林,黄幼玲,段霞瑜. 植物病原菌监测方法和技术[J]. 植物保护,2007,33(3):20-22.
- [22] 肖悦岩,李伯衡,杨之为,等. 植物病害流行与预测[M]. 北京:中国农业大学出版社,1998:85-95.
- [23] WILLOCQUET L, CLERJEAU M. An analysis of the effects of environmental factors on conidial dispersal of *Uncinula necator* (grape powdery mildew) in vineyards [J]. Plant Pathology,1998(47):227-233.
- [24] REINERIA D M, ISABEL I M, VICTORIA J. Airborne concentrations of Botrytis, *Uncinula* and *Plasmopara* spores in a vineyard in Leiro-Ourense (N. W. Spain)[J]. Aerobiologia,1997(13):31-35.
- [25] 周益林,段霞瑜,程登发. 利用移动式孢子捕捉器捕获的孢子量估计小麦白粉病田间病情[J]. 植物病理学报,2007,37(3):307-309.
- [26] 王向阳,黄娟,夏凤,等. 葡萄霜霉病发生规律及测报方法[J]. 安徽农学通报,2006,12(2):120-121.

## Study on Correlation Between Sporangia Dispersal Dynamics of *Plasmopara viticola* and Disease State in Vineyard

DU Hui, WANG Chunming, GUO Jianguo, QI Yonghong, LYU Heping

(Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou, Gansu 730070)

**Abstract:** Taking grapes in Lanzhou and Tianshui area as materials, sporangia of *Plasmopara viticola* dispersal was observed using the spore-trapping machine and the disease state was investigated during the grape growing season in Tianshui and Lanzhou area. The results showed that the sporangia first appeared in the late June or early July, and kept dispersal from July to September. From the end of July to the late August the dispersal reached the peak. While it decreased rapidly in September. The onset of disease was observed 7 days after the first appearance of sporangia when the climatic conditions were suitable for disease. The correlation coefficient was more than 0.90. The dynamics of sporangia dispersal had significantly positive correlation with the disease levels.

**Keywords:** *Plasmopara viticola*; spore-trapping; disease state in vineyard; correlation