

中图分类号: S532 文献标识码: A 文章编号: 1672-3635(2011)01-0042-05

病虫害防治

比利时马铃薯晚疫病预警系统的应用

张 斌¹, 耿 坤^{1,2*}, 余杰颖¹

(1. 贵阳市植保植检站, 贵州 贵阳 550081; 2. 贵州大学农学院, 贵州 花溪 550025)

摘 要: 在修文县大堡村马铃薯基地运用 QD-3340MV 无线自动气象站收集马铃薯主要生育期内温度、湿度及降雨量数据, 运用比利时 CARAH 马铃薯晚疫病预警系统模型进行分析, 确定在马铃薯主要生育期内, 病菌生成潜在侵染 6 代 19 次, 其中极度严重侵染 10 次, 占侵染总次数的 52.63%; 重度侵染 3 次, 占 15.79%; 中等程度侵染 4 次, 占 21.05%; 轻度侵染 2 次, 占 10.53%, 根据该系统指导马铃薯晚疫病防治, 病指仅为 0.08~0.48, 农民自防区病指为 4.72~18.11, 而空白对照区病指达 22.22~24.24。

关键词: 比利时 CARAH 模型; 马铃薯晚疫病; 侵染严重度; 防治应用

Practical Use of Belgian Potato Late Blight Warning System

ZHANG Bin¹, GENG Kun^{1,2*}, YU Jieying¹

(1. Guiyang Plant Protection and Quarantine Station, Guiyang, Guizhou 550081, China;

2. College of Agriculture, Guizhou University, Huaxi, Guizhou 550025, China)

Abstract: Data about temperature, humidity, and rainfall on the potato field of Dabao village, Xiuwen county were collected during main potato growth period using meteorological observation station based on QD-3340MV wireless module and analyzed by Belgian CARAH potato late blight warning model. In the main growth period of potato, the potential infection of 19 times and six generations was determined, of which very severe infections were ten times (52.63%), severe infections three times (15.79%), intermediate infections 4 times (21.05%), and light infections two times (10.53%). The disease index was only 0.08-0.48 when late blight was controlled based on this warning system, while the disease index was 4.72-18.11 in farmer's field using traditional method and 22.22-24.24 for the control.

Key Words: Belgian CARAH model; potato late blight; infection severity; control

马铃薯是贵阳市的主要粮食作物之一, 随着产业结构的调整, 马铃薯种植面积逐年增加, 2009 年贵阳市种植面积接近 2 万 hm^2 左右。由晚疫病菌 (*Phytophthora infestans*) 引起的马铃薯晚疫病是马铃薯生产上的最重要病害, 发生范围广, 流行速度快, 发病程度重, 马铃薯晚疫病呈逐年加重的趋势。2010 年发生面积达 3 466.67 hm^2 , 一般病株率 12%~30%, 高的达 100%。

目前在生产上有多种马铃薯晚疫病的预测预报模型, 都有一定的准确性和实用价值, 也都是一些

局限性^[1-2], 根据马铃薯晚疫病的生物学特性, 马铃薯晚疫病发生流行与本地区的气象因子尤其是温度、湿度及降雨量具有重要的相关性^[3-6], 比利时 CARAH 马铃薯晚疫病预警系统基于气象条件(温度、湿度和降雨等)和疫病菌生长特点而形成的, 应该能应用于各种态势条件^[3], 此方法所需的气象参数易得且模型简单, 在比利时成功地应用了 10 多年, 并在我国重庆市和宁夏南部山区应用后是基本符合当地晚疫病发生规律的^[7-9], 2010 年贵阳市农业委员会引进了该预警系统指导修文县大堡村马铃薯基地晚疫病的防控工作。

收稿日期: 2010-12-10

基金项目: 马铃薯晚疫病预警与控制技术研究应用项目, 贵州马铃薯产业化关键技术与示范[黔科合重大专项字(2008)6009 号]。

作者简介: 张斌(1979-), 男, 硕士, 农艺师, 从事植保技术应用与推广工作。

* 通信作者(Corresponding author): 耿坤, 高级农艺师, 从事植保技术与推广工作, E-mail: gyszbz0851@126.com。

1 材料与方法

1.1 气象数据收集设备

在修文县扎佐镇大堡村马铃薯生产基地作为观测点，该基地马铃薯种植面积为 80 hm²，海拔 1 300 m，常年种植马铃薯，马铃薯晚疫病发生程度重，栽培主要品种为费乌瑞它，由于 2010 年年初干旱，马铃薯出苗时间推迟到 3 月上中旬，在基地核心示范区建立 QD-3340MV 无线自动气象站，从 3 月 30 日开始采集风、温、湿、光照、雨量等气象因子，自动生成 NOAA 气象报告，通过配置 CDMA 远程控制模块将数据远程传输到电脑，并转换成 Excel 数据进行分析^[3]。

1.2 方 法

1.2.1 收集气象数据，计算晚疫病菌潜在侵染周期

运用 QD-3340MV 无线自动气象站收集马铃薯生长主要生育期内(3~5 月)气象数据，以小时为单位，包括温度、湿度、雨量等基础数据，对接收到气象数据运用 CARAH 马铃薯晚疫病监测模型方法进行数据分析，确定马铃薯晚疫病病原侵染代次和侵染次数。

通过观测马铃薯植株在相对湿度达 90% 以上的湿润期持续时间和湿润期持续期间平均温度之间的

关系，采用 Conce 方法计算湿润持续期得分，计算公式为：

$$\sum (Si) \geq 7$$

式中 Si 表示一次侵染循环开始后各天的得分。

1.2.2 确定病菌潜在侵染严重度

根据 CARAH 模型，潜在侵染程度与相对湿度 > 90% 期间的长短(湿润期)和此期间的平均温度相关($\geq 7^{\circ}\text{C}$)，> 90% 的相对湿度持续的时间越长，在此期间平均温度越高，则发生晚疫病侵染的程度越严重(表 1)。确定病原潜在侵染代次和侵染次数后，依据表 1 确定各侵染代次中每次病菌侵染的严重度^[3]。

1.2.3 绘制侵染循环曲线

马铃薯晚疫病菌每次侵染累计得分大于或等于 7 分时就完成了一次潜在侵染循环，依据每次侵染循环情况绘制侵染循环曲线。

1.2.4 依据 CARAH 模型开展防治，分析用药时间准确性

根据比利时马铃薯晚疫病预警系统预测结果开展马铃薯晚疫病防治工作，同时设立 CARAH 马铃薯晚疫病预测系统指导用药示范区、农民自防区和空白对照区，其中示范区和农民自防区防控用药种类一致，末次药后 10 d 调查防治效果。

表 1 比利时 CARAH 模型病菌侵染程度与湿润期时间和湿润期间均温的关系

Table 1 Relationship of infection severity with moist duration and average temperature during this duration

湿润期间平均温度(°C) Average temperature during mist duration	湿润期(相对湿度大于 90%) 持续的时间(h) Hours of moist duration (relative humidity > 90%)			
	轻 Light	中等 Intermediate	重 Severe	极重 Very severe
7	16.30	19.30	22.30	25.30
8	16.00	19.00	22.00	25.00
9	15.30	18.30	21.30	24.30
10	15.00	18.00	21.00	24.00
11	14.00	17.30	20.30	23.30
12	13.30	17.00	19.30	22.30
13	13.00	16.00	19.00	21.30
14	11.30	15.00	18.00	21.00
15	10.45	14.00	17.00	20.00
16	—	13.00	16.00	19.00
17	—	12.00	15.00	18.00
18	—	11.00	14.00	17.00

注：如果湿润期被中断的时间不超过 3 h，该湿润期将连续计算。

Note: The moist duration was included when the mist duration was interrupted no more than 3 hours.

2 结果与分析

2.1 病菌侵染代次

根据 QD-3340MV 无线自动气象站收集的气象数据(图 1), 运用 CARAH 模型分析得出: 3 月 30 日至 5 月 31 日期间共生成晚疫病病菌侵染 6 代 19 次, 侵染时间分别为 3 月 30 日、4 月 3 日、4 月 6 日、4 月 10 日、4 月 17 日、4 月 18 日、4 月 25 日、5 月 6 日、5 月 12 日、5 月 14 日、5 月 15 日、5 月 16 日、5 月 17 日、5 月 18 日、5 月 26 日、5 月 27 日, 其中第 1、2、3 次为第 1 代, 第 4、5、6 次为第 2 代, 第 7 次为第 3 代, 第 8、9 次为第 4 代, 第 10、11、12、13、14 次为第 5 代, 第 15、16、17、18、19 次为第 6 代(表 2、图 2)。

2.2 侵染严重度分析

在病菌 19 次潜在侵染中, 有 10 次极重程度侵

染, 分别为第 1、3、5、7、8、9、14、15、17、19 次, 占侵染总次数的 52.63%; 重度侵染 3 次, 分别是第 12、13、18 次, 占 15.79%; 中等程度侵染 4 次, 分别是第 4、10、11、16 次, 占 21.05%; 轻度侵染 2 次, 分别是第 2、6 次, 占 10.53%(表 2、图 3)。

2.3 气象因子与马铃薯晚疫病发生相关性分析

从潜在的侵染代次上看, 共发生潜在侵循环 6 代次, 从侵染程度上看, 极重度侵染和重度侵染共为 13 次, 占侵染总次数的 68.42%, 说明 2010 年修文县扎佐镇地区马铃薯主要生育期内温度、湿度及降雨量非常适宜马铃薯晚疫病病菌孢子萌发、侵染、再侵染, 根据 CARAH 预测模型, 田块中心病株出现时间应在病菌第三代第一次侵染分值达 7 分左右时间, 也就是 5 月 1 日左右, 从 5 月 1 日至 5 月 31 日, 天气时晴时雨, 病菌又生成了 3 代 11 次侵染, 加速了马铃薯晚疫病的发生流行。

表 2 马铃薯晚疫病病菌潜在侵染程度情况

Table 2 Potential infection of potato late blight pathogen

	侵染代(次) Infection	生成时间 (Date/Month) Initial time	结束时间 (Date/Month) Finish time	湿润期均温 (°C) Average temperature during mist duration	湿润期持续时间 (h) Moist duration	侵染严重度 Infection severity
第 1 代 Generation 1	第 1 次 First time	30/3	09/4	9.50	36	极重
	第 2 次 Second time	03/4	11/4	7.96	19	轻
	第 3 次 Third time	06/4	17/4	8.79	27	极重
第 2 代 Generation 2	第 4 次 Fourth time	10/4	21/4	12.83	60	中等
	第 5 次 Fifth time	17/4	24/4	11.50	15	极重
	第 6 次 Sixth time	18/4	26/4	14.38	14	轻
第 3 代 Generation 3	第 7 次 Seventh time	25/4	01/5	10.05	29	极重
第 4 代 Generation 4	第 8 次 Eighth time	06/5	13/5	13.90	78	极重
	第 9 次 Ninth time	12/5	18/5	16.36	37	极重
第 5 代 Generation 5	第 10 次 Tenth time	14/5	20/5	13.53	16	中等
	第 11 次 Eleventh time	15/5	21/5	15.30	15	中等
	第 12 次 Twelfth time	16/5	22/5	16.08	16	重
	第 13 次 Thirteenth time	17/5	23/5	17.06	15	重
	第 14 次 Fourteenth time	18/5	24/5	14.41	66	极重
第 6 代 Generation 6	第 15 次 Fifteenth time	26/5	31/5	18.78	31	极重
	第 16 次 Sixteenth time	27/5	01/6	15.21	13	中等
	第 17 次 Seventeenth time	28/5	02/6	16.09	20	极重
	第 18 次 Eighteenth time	29/5	03/6	16.08	16	重
	第 19 次 Nineteenth time	31/5	05/6	16.40	21	极重

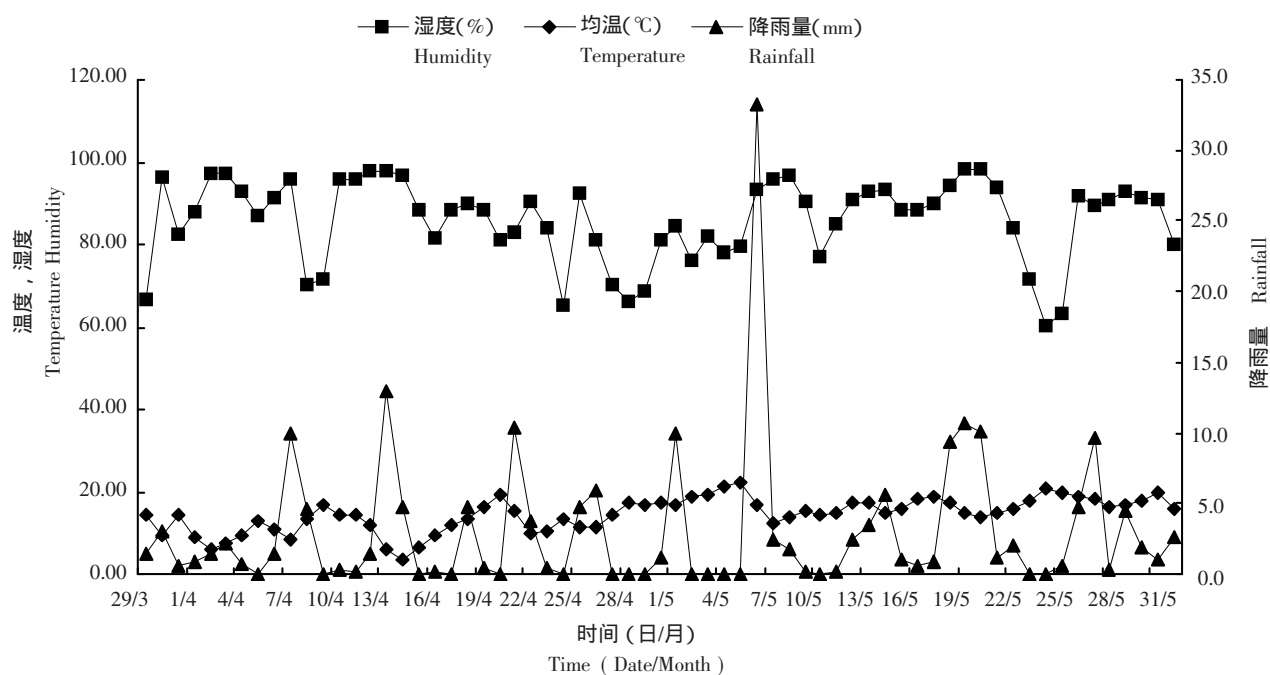


图 1 温度、湿度及降雨量变化情况

Figure 1 Change of temperature, humidity and rainfall

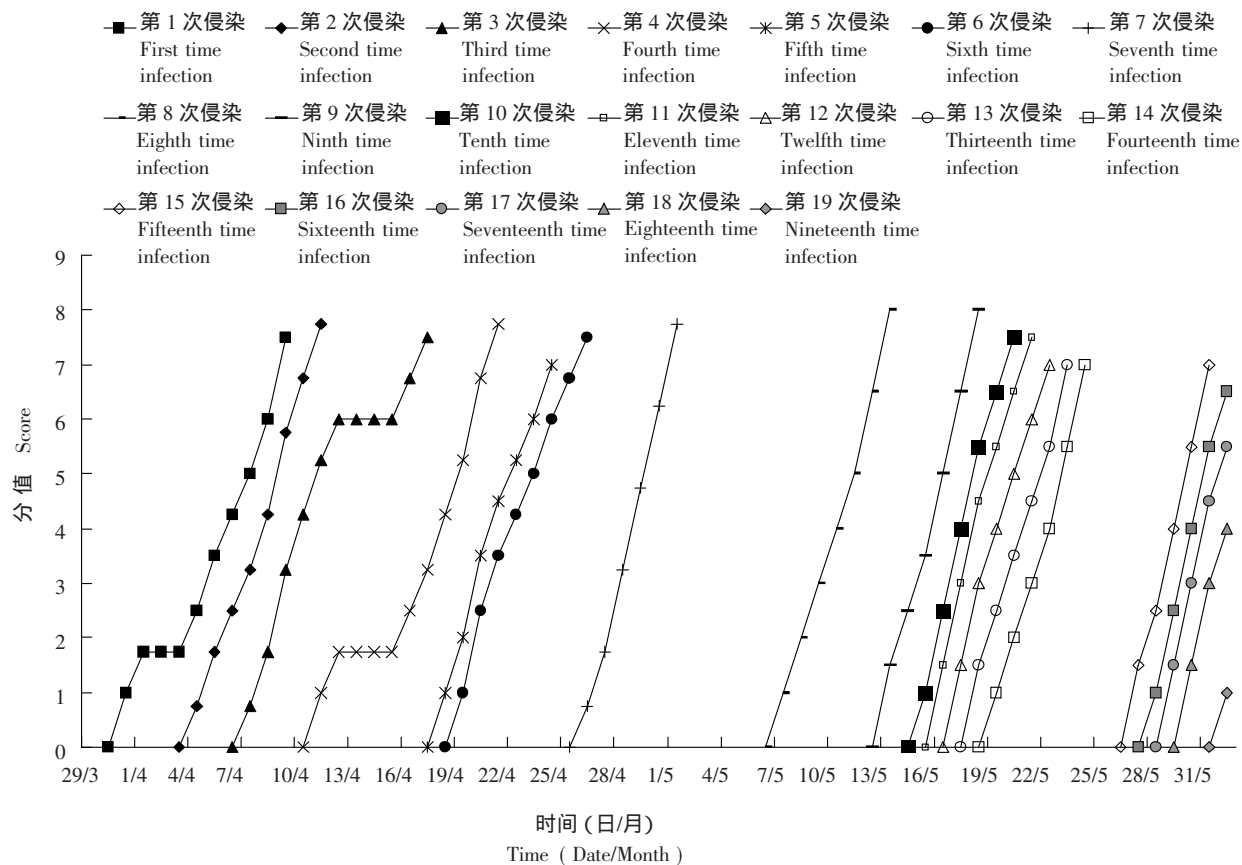


图 2 Conce 方法预测马铃薯晚疫病病菌感染曲线

Figure 2 Predicted infection curve of potato late blight pathogen using the Conce method

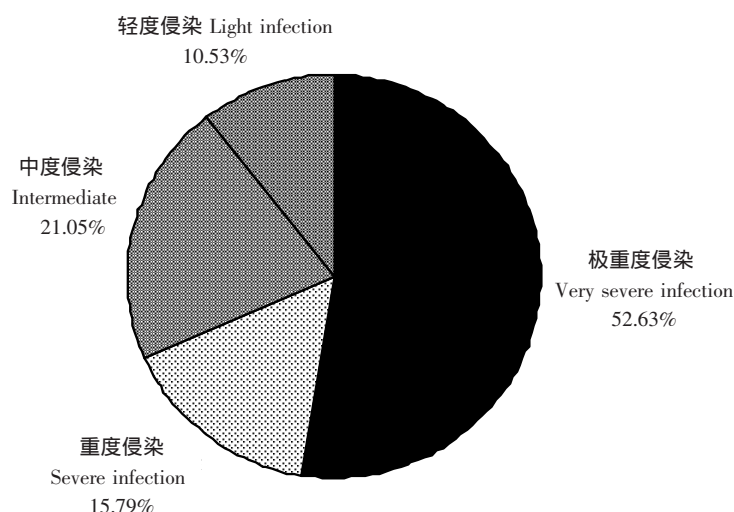


图3 感染严重度比例

Figure 3 Percentage of various infections

2.4 CARAH 模型指导防控时间分析

依据 CARAH 预测模型, 当晚疫病菌第 3 代第 1 次侵染分值达 5 分时是第 1 次施用保护性杀菌剂最佳时间, 分值达到 7 分时是施用系统性杀菌剂最佳时间, 监测结果, 第 3 代第 1 次侵染 4 月 28 日分值达 3.25, 5 月 1 日分值达 7.75, 第 4 代第 1 次侵染 5 月 9 日分值达 3, 5 月 13 日分值达 8, 第 5 代第 1 次侵染 5 月 17 日分值达到 4, 5 月 20 日分值达到 7.5, 第 6 代第 1 次侵染 5 月 29 日分值达到 4, 5 月 31 日分值达到 7。根据预测结果, 基地第 1 次施药时间为 4 月 29 日, 第 2 次施药时间为 5 月 11 日, 第 3 次施药时间为 5 月 19 日, 第 4 次施药时间为 5 月 30 日; 农民自防区施药时间: 第 1 次 5 月 6 日, 第 2 次为 5 月 12 日, 第 3 次为 5 月 23 日, 第 4 次为 6 月 4 日。

末次药后 10 d 调查, CARAH 模型指导用药示范区病指仅为 0.08~0.48, 农民自防区病指为 4.72~18.11, 而空白对照区病指达 22.22~24.24, 说明 CARAH 模型在指导马铃薯晚疫病防控关键时间上具有很高的准确性。

3 讨论

修文县扎佐镇处于低纬度高海拔的高原位置, 海拔高度为 1 100 至 1 300 m 左右, 属于亚热带湿润温和型气候, 年平均气温在 15.3℃, 年平均相对湿度为 77%, 年平均总降水量为 1 129.5 mm^[9], 通过

CARAH 预测模型发现, 由于温度、湿度及降雨量等气候条件适宜, 马铃薯晚疫病病菌侵染代次多, 侵染严重度重, 加之该地区马铃薯种植区域广, 感病品种多, 导致马铃薯晚疫连年发生, 且危害程度重。但是如果将 CARAH 预测模型推广应用, 掌握马铃薯晚疫病防治关键时期施用化学药剂进行防控, 将能有效地控制马铃薯晚疫病的发生流行。

[参 考 文 献]

- [1] 孙茂林, 李树莲, 赵永昌, 等. 马铃薯晚疫病预测模型与预警技术研究进展[J]. 植物保护, 2004, 30(5): 15-19.
- [2] 张志铭, 曹克强, 张红, 等. 中国马铃薯晚疫病流行和预测预报的研究进展[M] // 陈伊里, 屈冬玉. 中国马铃薯研究与产业开发. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2004: 31-37.
- [3] 宋伯符, 王军, 张志铭, 等. 我国马铃薯晚疫病的研究进展和建议[J]. 马铃薯杂志, 1996, 1(3): 138-141.
- [4] 丁俊杰, 郑天琪, 马淑梅, 等. 马铃薯晚疫病发生因素研究[J]. 中国农学通报, 2005, 1(2): 253-259.
- [5] 谭宗九, 王文泽, 丁明亚, 等. 气象因素对马铃薯晚疫病发生流行的影响[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 96-98.
- [6] 池再香, 卢瑶, 肖钧, 等. 气象因子对马铃薯晚疫病发生规律的影响[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(9): 69-71.
- [7] 谢开云, 车兴壁. 比利时马铃薯晚疫病预警系统及其在我国的应用[J]. 中国马铃薯, 2001, 15(2): 67-71.
- [8] 刘浩, 张宗山. 比利时 CARAH 马铃薯晚疫病预测模型在宁夏南部山区的应用[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(32): 14172-14174.
- [9] 曹玉珍, 刘筑玲, 曾庆兴, 等. 2009 年贵阳统计年鉴[M]. 中国统计出版社, 2009: 5-6.