

文章编号:2096 - 5389(2020)03 - 0001 - 04

## 秋种马铃薯晚疫病气候试验研究

池再香<sup>1</sup>, 龚雪芹<sup>2</sup>, 莫庆忠<sup>3</sup>, 彭 雁<sup>4</sup>, 刘莉娟<sup>1</sup>

(1. 贵州省六盘水市气象局, 贵州 六盘水 553000; 2. 贵州省气象学会, 贵州 贵阳 550002;  
3. 贵州省六盘水市农业科学研究院, 贵州 六盘水 553000; 4. 贵州省六盘水市农业农村局, 贵州 六盘水 553000)

**摘 要:**利用贵州六盘水市农业科学研究院综合科研基地(平均海拔 1 100 m), 于 2016—2017 年开展秋种马铃薯气候试验。基于马铃薯晚疫病监测资料, 结合 2016—2017 年的 8 月 15 日至 12 月 31 日逐日平均温度、最低温度、相对湿度、降水量等资料, 对秋种马铃薯晚疫病发生、流行的气象因子和动态特征进行分析、研究。结果表明: 马铃薯晚疫病发生、流行的主要时期为现蕾—开花期。在马铃薯现蕾—开花期, 当连续 3 d 及以上日平均温度  $\leq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 且相对湿度  $> 75\%$  时, 3 d 之后, 当日平均温度  $> 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度  $> 75\%$  时, 有利于晚疫病发生。建议以此气象条件作为秋种马铃薯晚疫病防御的预警指标, 以便在预警指标出现后积极组织预防, 以提高防治效果。

**关键词:**秋种; 马铃薯; 晚疫病; 温度条件; 湿度条件

**中图分类号:**S532; S431.13 **文献标识码:**A

## Study on the climatic experiment of potato late blight in Autumn planting

CHI Zaixiang<sup>1</sup>, GONG Xueqin<sup>2</sup>, MO Qingzhong<sup>3</sup>, PENG Yan<sup>4</sup>, LIU Lijuan<sup>1</sup>

(1. Liupanshui Meteorological Bureau, Liupanshui 553000, China; 2. Guizhou Provincial Meteorological Society, Guiyang 550002, China; 3. Liupanshui Academy of Agricultural Sciences, Liupanshui 553000, China;  
4. Liupanshui Agricultural and Rural Bureau, Liupanshui 553000, China)

**Abstract:** The Climate Experiment of Potato planting in the autumn was carried out in 2016—2017 by using the comprehensive scientific research base of Agricultural Research Institute of Liupanshui in Guizhou Province (average altitude 1 100 m). Based on the monitoring data of potato late blight and the daily average temperature, minimum temperature, relative humidity, precipitation and other data from August 15 to December 31 in 2016—2017, the meteorological factors and dynamic characteristics of the occurrence and prevalence of Potato Late Blight in autumn were analyzed and studied. The results show that: The main period of occurrence and epidemic of potato late blight is bud stage to flowering stage. In the bud stage to flowering stage, when the daily average temperature is less than or equal to  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  and the relative humidity is more than  $75\%$ , after 3 days, when the daily average temperature is more than  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  and the relative humidity is more than  $75\%$ , it is beneficial to the occurrence of late blight. It is suggested that the meteorological conditions should be taken as early warning indexes of potato late blight prevention in autumn, so as to actively organize prevention after the early warning indexes appear, so as to improve the control effect.

**Key words:** autumn planting; potato; late blight; temperature condition; humidity condition

收稿日期:2020 - 03 - 30

第一作者简介:池再香(1964—),女(侗族),正高,主要从事农业气象服务工作, E-mail: qxxf\_850@163.com。

资助项目:中国科协创新驱动助力工程项目(2017ZLGC004);马铃薯晚疫病气象预测预警系统及其应用。

## 0 引言

马铃薯晚疫病是由病原真菌(*Phytophthora infestans*)引起的一种世界性毁灭性病害,其发病、流行与气候条件有着密切的关系<sup>[1]</sup>。许多专家学者<sup>[2-4]</sup>开展了马铃薯晚疫病与气象因子关系的研究,对防御马铃薯晚疫病的发生、减轻危害等方面发挥了积极作用。随着气候变暖,马铃薯不同种植季节和规模也发生了变化,其晚疫病发生及流行规律也发生了改变,危害程度呈上升趋势<sup>[5]</sup>。但基本上研究的是气象条件对春种马铃薯晚疫病发生的影响,找出马铃薯晚疫病主要是在其现蕾开花期发生<sup>[6-8]</sup>。目前,秋种马铃薯晚疫病发生的气象指标阈值研究尚为空白。因此,本文拟通过2016—2017年在六盘水市农业科学研究院综合科研基地对秋种马铃薯不同品种进行气候试验,掌握马铃薯不同品种晚疫病发生、流行规律,研究气象条件对秋种马铃薯晚疫病发生、流行的影响,为抗晚疫病品种的选育、生产布局以及选择防治的最佳时机提供参考,为晚疫病预报预警及防治提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试品种及气象资料

2016年供试品种有:顺薯1号和中薯5号(早熟品种)、兴佳2号(中早熟品种)、V0227-17(中熟品种)、丽薯6号和冀张薯12号(中晚熟品种)共6个马铃薯品种。

2017年供试品种有:费乌瑞它(早熟品种)、兴佳2号(中早熟品种)、丽薯6号(中晚熟品种)、威芋5号(晚熟品种)共4个马铃薯品种。

温度、相对湿度、降水量等气象资料来源于试

验基地自动气象站实时观测值。

### 1.2 试验示范地点

试验示范地点选择在六盘水市六枝(岩脚)综合科研基地,平均海拔1 100 m。

### 1.3 试验方法

2016年8月18日,开展秋种马铃薯覆膜高产栽培技术试验,前作玉米;2017年9月3日,开展秋种马铃薯覆膜高产栽培技术试验研究,前作辣椒。

试验地土壤肥力中等,试验采用随机区组设计,3次重复。采取开沟、起垄再覆膜方式种植,垄沟行距40 cm,垄宽60 cm,垄高15 cm,每垄种两行,垄间距80 cm,每行17株。基肥按15 000 kg/hm<sup>2</sup>施放农家肥,施复合肥600 kg/hm<sup>2</sup>(N:P:K=15:15:15,总养分≥45%)。播种时,每公顷撒施辛硫磷颗粒剂(有效成分>3.0%)90 kg,防治地老虎(俗称土蚕)、蝼蛄和黄蚂蚁。

### 1.4 监测方法

2016年马铃薯出苗后,每2d观测1次。顺薯1号品种9月26日晚疫病始发、兴佳2号品种10月2日晚疫病始发、冀张薯12号品种10月5日晚疫病始发、中薯5号品种10月6日晚疫病始发,而V0227-17品种和丽薯6号品种未监测到晚疫病症状(表1)。由表1还可以看出,以兴佳2号品种单产量为最高,即单产为17 103.0 kg/hm<sup>2</sup>;其次是丽薯6号,其单产为16 884.0 kg/hm<sup>2</sup>;以中薯5号品种单产量为最低,即单产为2 526.0 kg/hm<sup>2</sup>;其次是顺薯1号,其单产为3 568.5 kg/hm<sup>2</sup>。顺薯1号、兴佳2号、冀张薯12号和中薯5号品种晚疫病均在现蕾期始发,且早熟品种单产量相对较低,其晚疫病始发时间亦较早,属高感晚疫病品种。

表1 2016年秋种马铃薯不同品种生育期及其单产量以及晚疫病始发时间

Tab. 1 Growth period and single yield of different potato varieties and the onset time of late blight in autumn 2016

品种	顺薯1号	中薯5号	兴佳2号	V0227-17	丽薯6号	冀张薯12号
播种期(月一日)	8—18	8—18	8—18	8—18	8—18	8—18
出苗期(月一日)	9—2	9—23	9—23	9—25	9—22	9—19
分枝期(月一日)	9—22	9—28	9—26	9—28	9—24	9—26
现蕾期(月一日)	9—22	10—4	9—29	10—5	9—29	10—3
始花期(月一日)	9—29	10—2	10—19	10—2	10—12	10—19
收获期(月一日)	11—27	11—27	11—27	11—27	11—27	11—27
单产(kg/hm <sup>2</sup> )	3 568.5	2 526.0	17 103.0	9 333.0	16 884.0	3 826.5
晚疫病始发(月一日)	9—26	10—6	10—2	无	无	10—5

2017年马铃薯出苗后,每2d观测1次。费乌瑞它和威芋5号品种11月10日晚疫病始发、兴佳2号品种11月16日晚疫病始发,而丽薯6号品种未监

测到晚疫病症状(表2)。由表2还可以看出,以费乌瑞它品种单产量为最高,即单产为18 573.0 kg/hm<sup>2</sup>;其次是威芋5号品种,其单产为13 825.5 kg/hm<sup>2</sup>;以

丽薯6号品种单产量为最低,即单产为12 186.0 kg/hm<sup>2</sup>。费乌瑞它、威芋5号和兴佳2号品种晚疫病均在开花期始发,且早、晚熟品种晚疫病始发时间基本一致。

表2 2017年秋种马铃薯不同品种生育期及其单产量以及晚疫病始发时间

Tab.2 Growth period and single yield of different potato varieties and the onset time of late blight in autumn 2017

品种	费乌瑞它	兴佳2号	威芋5号	丽薯6号
播种期(月一日)	9—3	9—3	9—3	9—3
出苗期(月一日)	10—5	10—9	10—6	10—11
分枝期(月一日)	10—2	10—24	10—2	10—25
现蕾期(月一日)	10—27	11—2	10—26	11—3
始花期(月一日)	11—4	11—9	11—3	11—1
收获期(月一日)	12—25	12—25	12—25	12—25
单产(kg/hm <sup>2</sup> )	18 573.0	12 543.0	13 825.5	12 186.0
晚疫病始发(月一日)	11—10	11—16	11—10	无

## 2 结果与分析

研究表明<sup>[9-12]</sup>,晚疫病菌的菌丝生长适宜温度为20~23℃,孢子囊形成适宜温度为19~23℃,孢子囊萌发、游动适宜温度为10~13℃,温度低于7℃或高于35℃时,晚疫病菌不能正常生长,对晚疫病流行不利。

### 2.1 2016年马铃薯晚疫病对温湿变化的响应

由表1看出,晚疫病基本上是在马铃薯现蕾期发生,结合马铃薯出苗—开花期逐日平均温度和相对湿度(图1),9月上、中旬的温度适宜晚疫病孢子囊的形成,且9月19—23日为一段时期的低温高湿天气,此时段日平均温度在16.1~17.7℃、相对湿度78%~83%之间,有利于晚疫病菌正常生长;随后温度逐渐升高,湿度还是处于高湿状态,到26日平均温度升至20.1℃、相对湿度为80%,故26日观测发现,顺薯1号晚疫病始发;9月27日—10月7日,日平均温度一直在19~22℃之间,有利于晚疫病菌的菌丝生长,故兴佳2号品种10月2日晚疫病始发,冀张薯12号品种10月5日晚疫病始发,中薯5号品种10月6日晚疫病始发。

综上所述,在马铃薯现蕾期,当连续3d及以上日平均温度≤18℃,且相对湿度≥78%时,3d之后,日平均温度≥20℃、相对湿度≥80%时,马铃薯发生晚疫病的可能性较大。

### 2.2 2017年马铃薯晚疫病对温湿变化的响应

由表2看出,晚疫病基本上是在马铃薯开花期发生,结合马铃薯出苗—开花期逐日平均温度和相对湿度(图2),在马铃薯现蕾期的10月下旬日平均

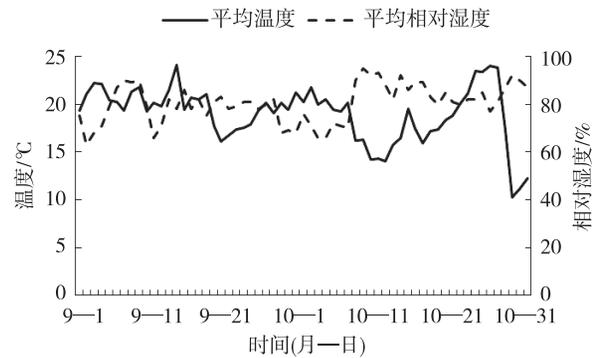


图1 2016年马铃薯出苗期—开花期逐日气象因子变化趋势及其与晚疫病始发的关系

Fig.1 The changing trend of daily meteorological factors from emergence stage to flowering stage of potato and its relationship with the onset of late blight in 2016

温度在12.2~18.5℃、相对湿度70%~93%之间,温湿度适宜晚疫病孢子囊游动和形成;在马铃薯开花期的11月7—9日日平均温度在14.7~16.0℃、相对湿度81%~85%之间,10日日平均温度升到19.4℃,且相对湿度为76%,有利于晚疫病发生,故该日费乌瑞它和威芋5号品种晚疫病始发;随后温度逐渐升高,湿度仍是处于较高湿状态,13—15日温度有所下降,此期间日平均温度在14.8~15.8℃、相对湿度78%~88%之间,16日日平均温度升到18.3℃,且相对湿度为77%,故该日兴佳2号品种晚疫病始发。

综上所述,在马铃薯开花期,当连续3d日平均温度≤16℃,且相对湿度≥78%时,3d之后,当日平均温度>18℃、相对湿度≥76%时,马铃薯发生晚疫病的可能性较大。

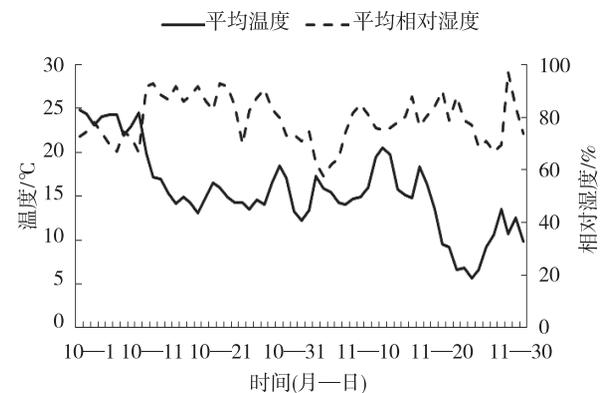


图2 2017年马铃薯出苗期—开花期逐日气象因子变化趋势及其与晚疫病始发的关系

Fig.2 The changing trend of daily meteorological factors from emergence stage to flowering stage of potato and its relationship with the onset of late blight in 2017

### 3 结论与讨论

#### 3.1 结论

①通过2016—2017年秋种马铃薯不同品种气候试验以及晚疫病监测,发现晚疫病始发与播种时间有密切的关系,即播种时间早,晚疫病始发时间早,反之,晚疫病始发时间晚,如2016年8月中旬播种,晚疫病在马铃薯现蕾期始发,2017年9月上旬播种,其晚疫病在开花期始发。

②通过2016—2017年秋种马铃薯不同品种气候试验以及晚疫病监测,结合晚疫病发生时期同期的温度、湿度因子,并根据晚疫病形成机理<sup>[10]</sup>,采用温度就高、湿度就低的原则,得出秋种马铃薯晚疫病发生的气象条件:在马铃薯现蕾开花期,当连续3 d及以上日平均温度 $\leq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,且相对湿度 $> 75\%$ 时,3 d之后,当日平均温度 $> 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $> 75\%$ 时,马铃薯发生晚疫病的可能性较大。

③通过2016—2017年秋种马铃薯不同品种试验,发现两年的试验均未监测到晚疫病病症,说明该品种具有抗晚疫病能力,但适宜早播种,才能有效提高其单产量。

#### 3.2 讨论

本文研究得到的秋种马铃薯晚疫病发生的高温高湿气象条件,与王清辉等<sup>[13-14]</sup>研究的冬种马铃薯晚疫病发生、流行的气象条件以及发生方式及其生育期相似。本试验研究发现,秋种马铃薯晚疫病基本上是在其现蕾—开花期发生,与春种马铃薯晚疫病发生时期一致,但发生的气象条件不同<sup>[2-6]</sup>。由此可知,无论是春种、冬种还是秋种马铃薯,其晚疫病发生、流行均是在现蕾—开花期出现,但发生的气象指标阈值有差异。本试验研究还发现,晚疫病与马铃薯品种属性关系不密切,与品种关系密切,同为中晚熟品种的丽薯6号和冀张薯12号,丽薯6号品种未发生晚疫病,而冀张薯12号品种发生晚疫病;中熟品种的V0227-17未有晚疫病发生,但中早熟品种的兴佳2号和晚熟品种的威芋5号均有晚疫病发生。由于马铃薯晚疫病形成机理复杂,

本研究仅在2016—2017年进行试验、监测、研究,时间短、范围小,晚疫病发生、流行的高温高湿气象条件存在局限性,该高温高湿气象条件是否适宜其它秋季马铃薯种植区借鉴以及品种的选育还需要做进一步的试验和研究。

#### 参考文献

- [1] 裘维蕃,吴三友,范怀忠,等. 农业植物病理学[M]. 北京:农业出版社,1982:220-223.
- [2] 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,2005,21(2):253-255.
- [3] 曹艳秋,阮俊,房鹏,等. 凉山州5—7月气象因素对马铃薯晚疫病发生流行的影响[J]. 中国农业气象,2008,29(4):481-484.
- [4] 王利亚,孙茂林,杨艳丽,等. 云南马铃薯晚疫病区域性流行学的研究[J]. 西南农业学报,2005,18(2):157-162.
- [5] 姚玉璧,万信,张存杰,等. 甘肃省马铃薯晚疫病气象条件等级预报[J]. 中国农业气象,2009,30(3):445-448.
- [6] 张厚桐. 春季马铃薯晚疫病的气象因素分析[J]. 山东气象,2002,22(2):12-13.
- [7] 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.
- [8] 池再香,卢瑶,胡秋龄,等. 贵州西部气象因子对马铃薯晚疫病发生流行的影响研究及对策[J]. 西南农业学报,2009,22(6):1599-1604.
- [9] Utrata A. Agrometeorological conditions determining the occurrence of potato blight (*Phytophthora infestans* de Bary) in Poland[J]. European Plant Protection Organisation Bulletin, 1980(10):75-81.
- [10] Crosier W. Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary[M]. Cornell University Agricultural Experiment Station Memoir, 1934,155:40.
- [11] Kable P F, Mackenzie D R. Survival of *Phytophthora infestans* in potato stem lesions at high temperatures and implications for disease forecasting[J]. Plant Disease, 1980,64:165-167.
- [12] Hyre R A. Progress in forecasting late blight of potato and tomato[J]. Plant Disease Reporter, 1954, 38: 245-253.
- [13] 王清辉,范刚强,张家卫,等. 黔东南州马铃薯晚疫病流行因素研究[J]. 植物医生,2010,23(4):12-13.
- [14] 黄姚英,彭朝才. 黔东南马铃薯主栽品种晚疫病发生情况调查与防治技术探讨[J]. 耕作与栽培,2011,(5):27-28.