

河北省承德市马铃薯晚疫病气象条件分析及预报

彭九慧¹, 郭丽霞¹, 马秀玲¹, 杨庆红¹, 毛佩柱²

(1. 河北省承德市气象局, 河北 承德 067000; 2. 河北省秦皇岛市气象局, 河北 秦皇岛 066000)

摘要:通过对 1990~2008 年承德市马铃薯晚疫病的发生面积与气象条件的相关分析表明:马铃薯晚疫病的发生是生物因子在适宜的气象条件下发生作用的结果。气温、降水、相对湿度、日照时数等气象条件是马铃薯晚疫病发生的决定性因素。在温度条件适宜的情况下,阴雨连绵或多雾、多露最有利于晚疫病的发生和流行。以受灾率作为马铃薯晚疫病气象等级的划分标准,选取与晚疫病相关好的前期气象要素作为预报因子,采用综合聚类法建立了马铃薯晚疫病气象等级的预报模型。回代结果表明:用气象综合聚类法做马铃薯晚疫病的气象等级预报,可以为控制晚疫病的蔓延赢得宝贵时间,提高气象决策服务水平。

关键词:气象条件;预报方法;聚类指标;马铃薯晚疫病

中图分类号: S161

文献标识码: A

引言

河北省承德市地处燕山山区,农业是山区的经济命脉,全市有耕地面积 33.3 万多 hm^2 ,马铃薯的播种面积有 4.7 万多 hm^2 。马铃薯的种植和加工是承德北部 3 县的支柱产业,其中位于承德市北部的围场县被国家农业部评为“中国马铃薯之乡”。但马铃薯晚疫病是影响产量的重要因素,其发生频次高、危害大,几乎每年都给农业造成巨大的经济损失。当其轻度发生时平均减产 20%~30%;严重发生时可减产 50% 以上。气温适宜、阴雨多日、日照时数少、田间空气湿度大是马铃薯晚疫病发生的主要原因。因此做好马铃薯晚疫病气象条件分析,建立病害预报模型对地方农业的防灾减灾和经济发展有着重要的意义。

近年来对于马铃薯晚疫病病菌的萌发及其发生流行的气象条件,国内外学者做了大量工作,如:张厚桐认为马铃薯晚疫病的发生和流行与春季气温关系极为密切^[1],朱杰华等分析了光照条件对马铃薯晚疫病病菌孢子萌发的影响^[2],赵鸿等认为马铃薯病毒病的严重发生与马铃薯的种性及病原物对温度的适应性有关^[3],很多专家认为 6~8 月的湿度或降雨量是决定马铃薯晚疫病发生和流行的关键因

素^[4-5]。这些研究着重分析了马铃薯晚疫病与气象条件的关系,对于晚疫病预报模型的建立却很少有学者研究,提前作出马铃薯晚疫病的气象等级预报,对于预防和控制灾情蔓延有着重要意义。本文分析了降水、气温、相对湿度等气象条件与承德市马铃薯晚疫病发生的相关关系,以气象要素为预报因子,用综合聚类法建立预报模型,为马铃薯晚疫病气象等级预报提供基本思路 and 具体做法。

1 资料和方法

采用 1990~2008 年河北省承德市逐旬、月、年的降水、气温、日照等常规观测资料和逐年马铃薯晚疫病的发生面积和病情流行指数等资料,用线性相关普查分析和综合聚类方法,分析了马铃薯晚疫病与气象条件的相关关系并建立了预报模型。

2 马铃薯晚疫病变化趋势

位于承德市最北部的围场县是河北省有名的马铃薯种植县,也是全国马铃薯重点产区之一。马铃薯种植面积占全县耕地总面积的 49.5%,是当地的支柱产业。根据晚疫病的发病流行情况,我们以受灾率 P 作为马铃薯晚疫病气象等级的划分标准。 $P = \text{区域受灾面积} / \text{区域种植面积}$,按此标准,把马铃

薯晚疫病分为 5 个气象等级(表 1)。

表 1 病害流行程度和气象预报等级划分标准
Tab.1 The criterion for diseases epidemic degree and meteorological forecast grades

受灾率(P)	晚疫病流行程度	气象预报等级
$P < 8\%$	轻度发生	1 级
$8\% \leq P < 15\%$	中等偏轻发生	2 级
$15\% \leq P < 25\%$	中等发生	3 级
$25\% \leq P < 35\%$	中等偏重发生	4 级
$35\% \leq P$	大发生	5 级

从 1990~2008 年以来每年都有马铃薯晚疫病发生,其中有 8 a 大发生,有 10 a 中等或中等偏重发生,尤其自 2003 年以来,马铃薯晚疫病发生呈线性递增趋势,2007、2008 年受灾面积占整个种植面积的 50% 以上,马铃薯晚疫病已成为影响当地马铃薯产量的主要灾害(图 1)。

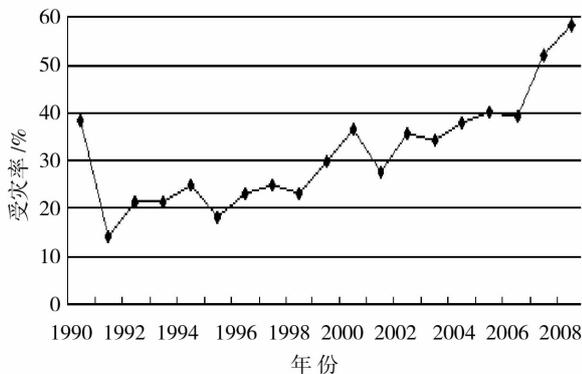


图 1 1990~2008 年围场县马铃薯晚疫病发生情况
Fig.1 The occurrence condition of potato late blight in Weichang county during 1990-2008

3 气象条件分析

马铃薯晚疫病是一种由马铃薯病菌引起的真菌病害,在温度适宜的条件下,其病斑产生的孢子囊借气流和雨水在植株间传播。承德市属于温带大陆性季风气候,冬季寒冷干燥,夏季雨热同季,作物生长发育期集中在 5~9 月期间,也是农业病害发生的主要时段。计算 5~8 月平均气温、降水量、总日照时数与马铃薯晚疫病受灾率的相关系数高达 -0.78、0.79 和 -0.76。因此降水、气温、相对湿度、光照、雾露日数等气象条件对马铃薯晚疫病的发生有很大影响。在温度条件具备的情况下,阴雨连绵或多雾、

多露最有利于晚疫病的发生和流行。

3.1 降水

承德市农业局提供的近 19 a 灾情数据显示,马铃薯晚疫病绝大多数开始发生在 7 月中下旬,病情指数在 8 月中下旬达到峰值,这是因为 7、8 月降水充沛,空气的相对湿度大,适宜晚疫病菌孢梗的形成和孢子囊的产生,另外晚疫病中心病株出现的早晚和 7 月份降水量大值出现的时间有着密切关系,若降水量大值出现的时间早,则晚疫病中心病株出现时间也早,如 1994 年围场县 7 月上旬降水达 103.7 mm,同样在 7 月上旬就出现了中心病株。中心病株出现比较早的 1995、1998 年,也是 7 月中旬降水量多于多年平均 47% 以上。

3.2 气温

气温是马铃薯晚疫病发生的基本条件,在 7℃ 以下时,马铃薯晚疫病病菌不能正常生长^[1]。承德 5~7 月最低气温均在 9.5℃ 以上,因此气温满足马铃薯晚疫病发生的基本条件。计算 1990~2008 年 5~8 月的平均气温与逐年马铃薯晚疫病受灾率的相关系数发现,承德的马铃薯晚疫病的发生和流行与 4 个月的平均气温有很大的负相关关系,这与某些文献中“气温越高越有利于晚疫病病菌的繁殖”^[6]的结论并不一致,也就是说,气温太高不利于承德马铃薯晚疫病的发生和流行。

3.3 相对湿度

空气的相对湿度和土壤的相对湿度是晚疫病发生的最直接的原因,降水也是通过相对湿度在起作用。分析多年来承德 5~8 月逐旬的相对湿度和雨、雾、露日数发现,承德市空气的相对湿度由 5 月上旬的 30%~50% 到 8 月上旬的 70%~80% 呈线性递增趋势;雨、雾、露日数由 5 月上旬的平均 6.3 d 增至 8 月下旬的 10.6 d,相对湿度的时间变化趋势与晚疫病的发生流行趋势是一致的。有专家研究在 7、8 月份,连续 3~4 d 空气湿度超过 72%,10 d 之内就可能出现马铃薯晚疫病的中心病株^[7]。因此气象条件是晚疫病发生和流行的决定性因素。

4 晚疫病气象等级预报方法

以 2006 年围场县马铃薯晚疫病发生情况为例,建立预报模型作出马铃薯晚疫病的气象等级预报。

4.1 晚疫病气象等级的划分

按表 1 划分标准,围场县过去 19 a 马铃薯晚疫病发生的气象等级如表 2。

表 2 1990~2008 年围场县马铃薯晚疫病发生的气象预报等级

Tab. 2 The meteorological forecast grades for potato late blight in Weichang county during 1990-2008

年份	1990	1991	1992	1993	1994
等级	5	2	3	3	4
年份	1995	1996	1997	1998	1999
等级	3	3	4	3	4
年份	2000	2001	2002	2003	2004
等级	5	4	5	4	5
年份	2005	2006	2007	2008	
等级	5	5	5	5	

从表 2 发现围场县在 19 a 中有 8 a 马铃薯晚疫病发生的气象等级为 5 级,有 5 a 为 4 级发生,中等偏重发生的病害占总发生年的 68.4%。

4.2 综合聚类法^[8]作马铃薯晚疫病气象等级预报

选取晚疫病发生前期的气温、降水量、相对湿度、雾露日数作为预测因子,采用综合聚类法建立预报模型。围场县每年都有不同程度的马铃薯晚疫病

发生,开始于 7 月中下旬,在 8 月流行,因此选取围场县 5~7 月逐旬的降水量、旬平均相对湿度、旬平均温度、旬雨雾露日数作为预报因子(7 月下旬资料采用预报值),分别计算 2006 年围场县的气象条件与 1990~2004 年各年对应气象要素序列的相似距离、相关系数及综合聚类指标(表 3)。找出历史上与预测年气象条件相似的年型,作出预报年的病害等级预报。

$$\text{相似距离 } d_{ik} = \sqrt{\sum(x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (1)$$

$$\text{相关系数 } r_{ik} = \frac{\sum(x_{ij} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_k)}{\sqrt{\sum(x_{ij} - \bar{x}_i)^2 \sum(x_{kj} - \bar{x}_k)^2}} \quad (2)$$

$$\text{综合聚类指标 } C_{ik} = \frac{r_{ik}}{d_{ik}} \times 100\% \quad (3)$$

式中 x_{kj} 为预报年某区域关键旬月的降水量、相对湿度、平均气温、日照时数等气象因子序列, x_{ij} 为历史上任意一年同一时段同类气象要素序列, k 为预报年, i 为历史上任一年, j 为序列中样本的序列号, C_{ik} 为综合聚类指标, C_{ik} 越大则预报年与历史某一年的相似程度越大^[8]。

表 3 2006 年围场县气象条件与过去 15 a(1990~2004 年)气象条件综合聚类参数对照

Tab. 3 The contrast between weather condition in 2006 and weather condition integrated cluster parameters over the past 15 years (1990-2004) in Weichang county

年份	各旬降水量(5、6、7 月) 综合聚类参数			各旬相对湿度(5、6、7 月) 综合聚类参数			旬平均气温(5、6、7 月) 综合聚类参数			各旬雨雾露日数(5、6、7 月) 综合聚类参数		
	d_{ik}	r_{ik}	c_{ik}	d_{ik}	r_{ik}	c_{ik}	d_{ik}	r_{ik}	c_{ik}	d_{ik}	r_{ik}	c_{ik}
1990	142.14	0.263	0.185	22.18	0.875	3.944	4.44	0.857	19.29	3.8	0.643	16.92
1991	138.1	-0.239	-0.173	16.58	0.955	5.758	4.47	0.877	19.6	4.24	0.875	20.62
1992	107.66	-0.138	-0.128	32.51	0.523	1.609	4.96	0.866	17.44	5.29	0.606	11.46
1993	91.79	0.197	0.215	33.65	0.753	2.237	4.82	0.831	17.24	10.58	0.307	2.899
1994	140.27	0.044	0.032	23.28	0.828	3.558	6.82	0.884	12.96	6.4	0.429	6.7
1995	88.48	0.101	0.114	42.05	0.590	1.403	4.37	0.956	21.87	4	0.791	19.76
1996	97.16	-0.229	-0.236	26.91	0.782	2.907	5.6	0.823	14.71	4.58	0.687	14.99
1997	79.74	-0.072	-0.09	24.31	0.744	3.062	7.09	0.883	12.45	5	0.794	15.87
1998	87.22	0.686	0.786	27.68	0.704	2.544	4.62	0.884	19.11	5.57	0.437	7.86
1999	79.04	-0.013	-0.017	19.42	0.822	4.234	6.24	0.876	14.04	3.46	0.882	25.46
2000	87.67	0.098	0.112	41.13	0.277	0.675	10.51	0.957	9.11	10.49	0.037	0.35
2001	103.2	-0.099	-0.096	34.04	0.802	2.353	8.11	0.817	10.08	7.28	0.667	9.16
2002	73.84	0.528	0.716	27.98	0.791	2.826	6.51	0.75	11.52	6.63	0.661	9.96
2003	107.15	0.046	0.043	30.92	0.565	1.826	3.7	0.9	24.32	5.92	0.376	6.35
2004	99.59	-0.05	-0.05	24.56	0.827	3.368	5.17	0.856	16.58	9.33	0.583	6.25

从表 3 的 4 个气象预报因子中,每个气象预报因子选取 5 个综合聚类指标 C_{ik} 最大的年份作为相似年,可以得到这样的结论,1990 年的 4 个气象因子的 C_{ik} 值均在其中,因此可以把 1990 年作为 2006 年的相似年,1990 年是马铃薯晚疫病大发生年,因此可预测 2006 年是马铃薯晚疫病大发生年。当前一年是马铃薯晚疫病大发生年,次年以病薯作种子,在气温条件相似时,相对湿度、降水量和雨雾露日数有 2 个相似也可预报马铃薯晚疫病大发生。我们用该方法检验预报了近 6 a 的围场县马铃薯晚疫病的发生情况,4 次报对,2 次差 1 个量级。

5 小 结

通过分析承德市每年马铃薯晚疫疫情,我们认为气温、降水、相对湿度、日照时数等气象条件是马铃薯晚疫病发生的决定性因素。在温度条件适宜的情况下,阴雨连绵或多雾、多露最有利于晚疫病的发生和流行;选取与晚疫病相关好的前期气象要素作为预报因子,采用综合聚类法建立预报模型,作出马铃薯晚疫病气象等级预报,可以为控制马铃薯晚疫

病的流行赢得宝贵时间,提高气象决策服务水平,为地方农业的防灾减灾做出贡献。

参考文献:

- [1] 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(88): 12-13.
- [2] 朱杰华, 杨志辉, 桂秀梅, 等. 马铃薯晚疫病病菌孢子萌发的初步研究[J]. 菌物学报, 2005, 24(2): 297-303.
- [3] 赵鸿, 孙国武. 环境蠕变对农业病虫害鼠害的潜在影响[J]. 干旱气象, 2004, 22(1): 69-73.
- [4] 袁军海. 我国马铃薯晚疫病的发生与防治[J]. 南京农专学报, 2003, 19(2): 46-50.
- [5] 胡利平, 张华兰. 马铃薯生态气候条件及适生种植区划[J]. 干旱气象, 2003, 21(2): 28-30.
- [6] 陈素华, 潘进军, 王志春. 气候变化对内蒙古马铃薯晚疫病流行的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2006, 24(6): 48-51.
- [7] TAN Zong-jiu, WANG Wen-ze, DING Ming-ya. The influence of weather on potato late blight infection during the growing season in Weichang[J]. 河北农业大学学报, 2001, 24(2): 10.
- [8] 王建林, 吕厚荃, 张国平, 等. 农业气象预报[M]. 北京: 气象出版社, 2005.

Prediction and Analysis of Weather Conditions on Potato Late Blight in Chengde of Hebei Province

PENG Jiuhui¹, GUO Lixia¹, MA Xiuling¹, YANG Qinghong¹, MAO Peizhu²

(1. Chengde Meteorological Bureau of Hebei Province, Chengde 067000, China;
2. Qinhuangdao Meteorological Bureau of Hebei Province, Qinhuangdao 066000, China)

Abstract: The relation between the area of potato late blight and weather conditions in Chengde city during 1990-2008 was analyzed. It shows that the biological factor plays a role under suitable weather conditions in the occurrence of potato late blight. Weather conditions such as temperature, precipitation, relative humidity, sunshine hours are decisive factors for prevalence of potato late blight. The appropriate temperature, rainy or foggy weather are most conducive to late blight occurrence and prevalence. Using the affected rate as a criteria to classify meteorological levels for potato late blight, we selected the preceding meteorological elements which related well to potato late blight as a prediction factor, then establish the meteorological forecasting model using integrated clustering method. Test results showed that the model can improve decision-making meteorological service level and win time to control the spread of potato late blight.

Key words: weather conditions; forecast method; clustering index; potato late blight