

# 乌盟地区马铃薯晚疫病滋生和蔓延的气象条件分析及预报模式的建立

陈素华<sup>1</sup>, 侯琼<sup>2</sup>

(1. 内蒙古气象台, 呼和浩特 010000; 2. 内蒙古气象研究所)

**摘要:** 探索了乌盟地区马铃薯晚疫病流行与气象条件之间的关系, 建立了乌盟地区马铃薯晚疫病流行概率预报模式, 并通过对7月份降水条件的分析和发生程度做出预报, 拟合和试报效果较好。

**关键词:** 马铃薯晚疫病; 气象条件; 预报模式

**中图分类号:** S532

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1001-0092 (2002) 05-281-04

## 1 前言

马铃薯晚疫病是一种广泛传播的真菌病, 任何品种都可能被侵染, 并在全球范围绝大多数栽培马铃薯的冷凉地区广泛传播, 由于其危害的严重性, 自90年代以后国际上很多科学家从遗传工程的角度对马铃薯抗晚疫病进行了研究, 取得了一些新的进展, 但是晚疫病的发生和流行问题仍未解决, 而做好预报和预防工作是目前减少损失切实可行的办法。

乌盟地区是内蒙古自治区马铃薯的集中产地,

收稿日期: 2002-05-13

作者简介: 陈素华 (1964—), 女, 高级农艺师, 从事农业气象研究和业务服务。

## 4 结论与讨论

a. 从试验结果分析, 5月28日至6月26日移栽的土培扦插苗, 5~150 g块茎重量占94%以上, 产量水平在1445~1803 kg之间, 单株结薯个数在2~4.05个范围之内。在6月份以后移栽的土培扦插苗, 其产量及单株结薯个数呈缓慢下降的趋势。试验结果表明: 在海拔1900 m处以上的地区, 土培扦插苗, 在6月份以内移栽为最佳时期。

b. 根据试验结果分析, 试验在未施有机肥的条件下, 最佳时期移栽的土培扦插苗, 产量水平

也是全国重要种薯生产基地。据乌盟植保站的调查资料分析, 60年代至80年代乌盟地区马铃薯晚疫病偶有发生, 对当地马铃薯种植基本没有构成影响, 进入90年代, 随着马铃薯区域化和规模化发展, 晚疫病普遍发生, 危害呈上升趋势, 成为影响乌盟地区马铃薯产量、品质和商品率降低的重要原因之一。

## 2 影响马铃薯晚疫病发生与流行的因素

据中国农科院生物技术研究中心的专家对我国马铃薯晚疫病发生规律的研究表明, 春天播种的越冬病薯是当年晚疫病病原的初始侵染源<sup>[1]</sup>。病薯播种后多数都会在土壤中腐烂, 少数病薯发芽后形成病苗, 在以后的生长中, 如遇到适宜的环境条件, 病菌才能继续发展, 并在病斑上产生孢子囊, 使叶片

可达1803 kg, 单株结薯在4个以上。若进入大田生产, 在最佳时期栽培, 适当增施有机肥, 还可提高单位面积产量和单株结薯个数。至于增施有机肥的用量和增产潜力, 尚有待于进一步研究和探讨。

c. 根据高海拔自然气候特点, 在两年的试验中, 生产5~50 g大小的标准种薯, 可充分利用无霜期及前期低温季节, 适时掌握试管苗土床培育和土培切顶扦插繁殖的时间, 直到土培扦插苗下大田后能正常生长发有和块茎正常成熟收获, 从而达到试管苗下大田的最佳繁殖系数和最佳产量。

发病, 形成中心病株。中心病株上产生的孢子囊, 随雨水或气流传播到周围植株上再侵染, 从而形成晚疫病的流行。为了减少病虫害的影响, 近几年来, 乌盟地区大力推广地膜覆盖、整薯直播、脱毒微型薯种植等综合栽培技术。那么是什么原因导致乌盟地区近些年来晚疫病频繁发生, 据初步的研究发现, 除了与种薯生产程序不规范, 带病块茎连续多年种植有关外, 更重要的原因是气候变暖, 反常天气增多, 给马铃薯晚疫病的滋生和蔓延提供了适宜的环境条件。

### 3 气候条件的变化, 对马铃薯晚疫病的滋生和蔓延的影响

乌盟地区马铃薯一般在 5 月初播种, 6 月上旬出苗, 7 月上旬开花, 6 月上旬至 7 月上旬正是晚疫病菌丝形成和繁殖期, 期间的温度和水分条件基本决定着马铃薯晚疫病能否发生和蔓延, 笔者通过对乌盟地区马铃薯的发生情况进行了深入分析和研究, 基本弄清了乌盟地区马铃薯晚疫病发生及流行与气象条件之间的重要关系。

#### 3.1 最低气温升高, 温差变小, 有利于真菌菌丝繁殖

考虑到乌盟不同地区之间气温变化的同步性, 我们选取了察右中旗和商都县的平均值作为代表, 对 6 月上旬至 7 月上旬的平均最高气温和最低气温进行统计分析, 见表 1 和图 1。从表 1 中平均最高气温历史变化情况可以明显地看出, 进入 90 年代以来, 此期间的最高气温虽然较 70 年代和 80 年代有所升高 (较 70 年代升高了 0.8 °C, 较 80 年代升高了 0.7 °C), 但是和 60 年代相比仅仅升高了 0.1 °C; 而最低气温持续性的升高, 60 年代为 9.3 °C, 70 年代为 9.5 °C, 80 年代上升为 10.1 °C, 1991~2001 年平均已上升到 10.7 °C, 41 年间升高了 1.4 °C, 平均每 10 年升高 0.35 °C。从而形成了在最高气温变化不显著的情况下, 最低气温持续走高, 温差由 60 年代的 14.2 °C, 降为 90 年代的 12.9 °C, 而马铃薯晚疫病真菌菌丝形成和孢子囊繁殖的最佳温度条件是 12~20 °C, 并且温差越小, 孢子囊繁殖的能力越强, 尤其冬季持续偏暖, 田间病菌安全越冬的机率加大, 在马铃薯生长发育期间一旦遇到适宜的温度和水分条件, 晚疫病便迅速蔓延和流行。

表 1 1961~2001 年气温变化情况 (°C)

年 代	6 月~7 月上旬	6 月~7 月上旬	冬季 (12~2 月)
	平均最高气温	平均最低气温	平均最低气温
1961~1970	23.5	9.3	-20.4
1971~1980	22.8	9.5	-19.4
1981~1990	22.9	10.1	-18.8
1991~2001	23.6	10.7	-17.3

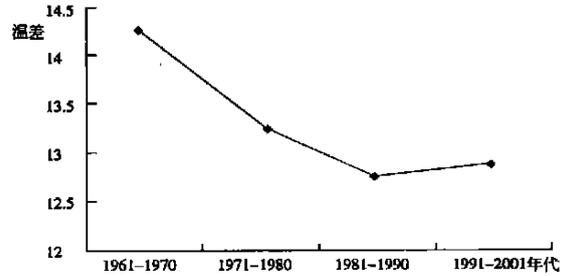


图 1 6 月至 7 月上旬温差变化

### 3.2 降水对晚疫病流行的影响

表 2 乌盟地区 6 月中旬至 7 月中旬降水情况

年 份	6 月中旬~7 月上旬降水情况	晚疫病流行情况
1995	全盟偏多	严重
1996	全盟偏多	中度偏重
1997	全盟偏少	偏轻
1998	部分地区偏多	中度偏重
1999	个别地区偏多	中度偏轻
2000	个别地区偏多	偏轻
2001	全盟偏少	基本没发生

晚疫病能否发生和流行, 除适宜的温度条件外, 还需要一定的湿度条件。真菌菌丝在马铃薯植株体内生长不受空气湿度的影响, 而植株体外的孢子囊形成及传播需要较高的空气湿度, 孢子形成时, 叶片背面病斑周围出现一圈白霉, 此时如果出现降雨天气, 湿度增大, 叶片背面也会产生白霉, 并迅速扩大, 约 7 d 左右, 就会蔓延到附近的植株, 甚至整个群体。此时如果没有降雨或降雨持续偏少, 空气干燥, 白霉很快消失, 病斑干枯成褐色, 质脆易裂, 扩散慢或根本无法扩散<sup>[2]</sup>。在乌

盟地区 90% 以上的耕地为雨养农业, 降水量的多少及其时空分布状况决定着空气湿度。通过对乌盟地区马铃薯晚疫病近 7 年的调查资料 (1995~2001 年) 进行分析和统计发现, 4 月上旬至 7 月中旬各时段降水量多少直接影响着晚疫病的发生和流行情况, 且随着时间的推移, 影响越来越大。如果 6 月中旬至 7 月中旬降水连续偏多, 那么晚疫病流行的机率增大, 见表 2。

#### 4 乌盟地区马铃薯晚疫病发生和流行预测模型的建立

经过多种分析和研究, 得出一套方法简便效果明显的预测和评估模型, 具体为:

##### 4.1 晚疫病发生概率预测模型的建立

本文采取逐级要素订正迭加, 逐步逼近的方法模拟出接近实际发生情况的预报模式。

$$Y = Y_0 + T_d + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 \quad (1)$$

其中:  $Y$  为马铃薯晚疫病蔓延与流行概率预报, 具体为:

当  $Y \geq 15$  时, 预计马铃薯晚疫病发生和流行的概率为 100%;

当  $10 \leq Y < 15$  时, 预计马铃薯晚疫病发生和流行的概率为 90%~99%;

当  $5 \leq Y < 10$  时, 预计马铃薯晚疫病发生和流行的概率为 80%~89%;

当  $0 \leq Y < 5$  时, 预计马铃薯晚疫病发生和流行的概率为 65%~79%;

当  $-5 \leq Y < 0$  时, 预计马铃薯晚疫病发生和流行的概率为 40%~64%;

当  $Y < -5$  时, 预计马铃薯晚疫病发生和流行的概率不足 40%, 即晚疫病基本不发生。

$Y_0$  为上年度马铃薯晚疫病发生程度。

按内蒙古自治区技术监督局发布的《农作物病虫害发生程度分级方法》将马铃薯晚疫病发生级别分为 5 级, 见表 3。

表 3 马铃薯晚疫病发生程度分级标准

项 目	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级
发病率	<1%	1%~5%	5.1%~10%	10.1%~20%	>20%
发病程度	轻发生	中度偏轻发生	中度发生	中度偏重发生	重发生
$Y_0$ 值	1	3	5	7	9

$T_d$ : 6 月上旬至 7 月上旬平均日温差 ( $T_c$ ) 对晚疫病的影响级别 ( $T_d$ ), 具体划分为:

当  $T_c \leq 13$  °C 时,  $T_d = 4$ ;

当  $13 < T_c \leq 14$  °C 时,  $T_d = 2$ ;

当  $14 < T_c \leq 15$  °C 时,  $T_d = 0$ ;

当  $15 < T_c \leq 16$  °C 时,  $T_d = -1$ ;

当  $T_c > 16$  °C 时,  $T_d = -3$ 。 (2)

$R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  分别为 4 月份、5 月份、6 月上旬至 6 月中旬、6 月下旬、7 月上旬和 7 月中旬不同降水量距平百分率对晚疫病的影响级别, 具体划分见表 4。

表 4 不同时段降水距平百分率对晚疫病的影响级别

降水距平百分率 ( $R_d$ )	划分级别					
	$R_1$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$
$R_d \leq -50\%$	-2.0	-3	-4	-4	-5	-7
$-50\% < R_d \leq -30\%$	-1.5	-2	-3	-3	-4	-5
$-30\% < R_d \leq -10\%$	-1.0	-1	-2	-2	-3	-3
$-10\% < R_d \leq 0\%$	-0.5	0	-1	-1	-2	-1
$0\% < R_d \leq 10\%$	0.5	0	1	1	1	0
$10\% < R_d \leq 30\%$	1.0	1	2	2	3	3
$30\% < R_d \leq 50\%$	1.5	2	3	4	5	6
$R_d > 50\%$	2.0	3	4	6	7	9

按模型 (1) 可提前 10~15 d 发布晚疫病流行趋势预报, 使有关部门有充足的时间采取有效的防御措施。

##### 4.2 晚疫病发生程度预测

按公式 (1) 可预测出乌盟地区晚疫病发生与流行情况, 但是发生程度如何? 根据病虫害方面的专家多年的研究表明, 晚疫病发生程度和天气条件密切相关。但由于近几年来植保部门采取了多种防治措施, 在人为的干预下, 晚疫病发生程度与天气条件的关系被破坏, 所以单纯依靠历史资料不可能找到有效的预测模式。为此我们通过多次对植保部门的专家和部分有经验的老农进行调研, 结合历史资料发现, 尽管人为干预, 但乌盟地区晚疫病发生程度仍和 7 月上旬至 7 月中旬的降水量距平百分率、降水日数和连续最长无降水日数有着重要的关系, 详见表 5。

表 5 乌盟地区马铃薯晚疫病发生程度的判别标准

I 级指标	II 级指标	预计发生程度
7 月上旬至 7 月下旬出现过连续 3 日以上降水天气, 且累计降水量距平百分率为正	1、最长连续无降水日数小于 10d	严重发生
	2、最长连续无降水日数大于 10d 小于 15d	中度或中度偏重发生
	3、最长连续无降水日数大于 15d	轻或中度偏轻发生
7 月上旬至 7 月中旬出现过连续 3 日以上降水天气, 且累计降水量距平百分率为负	1、最长连续无降水日数小于 10d	中度发生
	2、最长连续无降水日数大于 10d 小于 15d	中度偏轻发生
	3、最长连续无降水日数大于 15d	轻或中度偏轻发生
7 月上旬至 7 月中旬连续降水数不足 3 日	1、降水量距平百分率为正	中度或中度偏轻发生
	2、降水量距平百分率为负	轻发生

在利用模式 (1) 计算马铃薯晚疫病流行概率为 40% 或不足 40% 的情况下, 无论后期条件如何, 马铃薯晚疫病很难出现中度偏轻和更加严重的程度。

### 5 模式运用及效果检验

利用模式 (1) 对 1996~2001 年乌盟马铃薯晚疫病蔓延和流行情况进行模拟和试报, 其结果见表 6。

从表 7 中可以看出, 利用模式 (1) 所作的乌盟地区马铃薯晚疫病流行预报, 除 1999 年预报后

山 100%, 前山 95% 流行, 而实况仅为部分地区流行, 稍有误差外, 其余年份与实况完全符合。

表 6 乌盟地区马铃薯晚疫病蔓延和流行情况的计算结果 (Y 值)

代表站	1996	1997	1998	1999	2000	2001
察右中旗	18	-2.0	17.0	25.0	3.0	-2
四子王旗	16	-3.5	21.5	16.0	-0.5	-4
商都县	15	1.0	11.0	16.0	1.0	-2
察右前旗	13	7.0	13.0	13.5	5.0	-1

表 7 预测与实况对照

模 式	1996	1997	1998	1999	2000	2001
模式 (1) 的预测结果	全盟流行概率为 100%	东南部流行概率为 70%, 其余地区不足 40%	后山 100%, 前山 95%	后山 100%, 前山 95%	前山 75%, 后山 65%	全盟流行概率不足 40%
实际流行情况	全盟流行	前山部分地区流行	全盟流行	部分地区流行	部分地区流行	没有流行
模式 (2) 的预测结果	中度偏重	中度	中度偏重	中度偏轻	轻	不发生
实际结果	中度偏重	轻	中度偏重	中度偏轻	轻	不发生

利用模式 (2) 对乌盟地区马铃薯晚疫病流行程度进行预报, 在 1999 年预计为中度发生, 而实际结果为轻发生, 相差 2 个级别, 按预报等级原则属于报错, 而其它 5 年预报结果和实况完全符合。说明用此方法在晚疫病流行前 5 d 左右做出预报是可行的, 加上模式 (1) 和模式 (2) 方法简便, 容易计算, 有利于各基层的业务单位应用。

### 6 存在的问题

由于马铃薯晚疫病观测资料年限较短, 观测结果不很客观及全面, 给预测工作增加了很多难度。

尽管近几年植保部门提前采取了多种防御措施, 但至今仍没有有效控制其蔓延和流行的措施和方法, 现有方法仅对于发生程度有一定的抑制作用, 因此利用模式 (2) 所作的计算结果要根据当年政府的投入情况进行适当的订正。

### 参 考 文 献

[1] 李汝刚等. 马铃薯抗晚疫病研究进展 [J]. 马铃薯杂志, 1997, 11 (4): 243-248.  
 [2] 徐明珍等. 马铃薯晚疫病的发生规律与防治方法 [J]. 云南农业科技, 1998 (5): 44-47.