

用模糊综合决策模型 预测马铃薯晚疫病流行程度

谢 成 君

(宁夏西吉县农技中心 756200)

马铃薯晚疫病是宁夏南部山区马铃薯生产上的主要病害, 历年有不同程度发生。从 50 年代有记载以来分别于 1950、1954、1958、1960、1964 及 1992 年共出现了 6 次大流行。流行年份造成极大损失, 如 1958 年固原地区 5 县损失鲜薯 12.5 万吨, 经济损失近 2000 万元。发生较轻年份, 块茎腐烂也达 7% ~ 8%。因此, 在马铃薯晚疫病发生前, 作出流行程度预报, 无疑具有重要的现实意义。

1 资料选择及处理

从当地马铃薯晚疫病流行规律来看, 流行与否主要取决于中心病株出现后的 7 月下

旬和 8 月上、中旬降雨量的多少与分布情况。如果在此期降雨多、且分布均匀, 则大流行; 降雨多、但集中, 则发生较轻; 降雨量少发生轻。为此, 预报因子选用 7 月下旬与 8 月上旬、中旬降雨量各为 x_1 、 x_2 、 x_3 , 采用当地 (1957 ~ 1964 年和 1980 ~ 1991 年) 20 年的流行程度 (y) 和西吉县气象站资料 (表 1), 利用模糊综合评判技术预报马铃薯晚疫病流行程度。

根据点聚图法将预报因子不等距分成 5 级, 分级标准见表 2, 即预报对象 y : 1 级为轻发生; 2 级为中偏轻; 3 级为中度发生; 4 级为中偏重发生; 5 级为大发生。再将其数值按分级标准转换分级值, 见表 3。然后组建 x_1 、 x_2 、 x_3 的单因素 5×5 列联表, 见表 4。

表 1 历年预报要素(降雨量)及流行程度 (单位: mm)

年度	7 月			流行程度 (y)	年度	8 月			流行程度 (y)
	下旬 (x_1)	上旬 (x_2)	中旬 (x_3)			下旬 (x_1)	上旬 (x_2)	下旬 (x_3)	
1957	0.5	0.4	7.9	1	1982	19.7	25.7	7.8	2
1958	45.1	63.8	54.8	5	1983	41.9	10.7	55.3	3
1959	17.0	30.6	133.3	4	1984	30.9	33.3	38	3
1960	48.4	59.2	5.3	4	1985	26.0	13.1	22.4	2
1961	11.2	3.6	83.6	2	1986	17.3	24.4	25.7	2
1962	64.2	1.1	0.8	2	1987	50.3	7.8	13.9	1
1963	34.1	20.8	68.5	3	1988	11.2	44.5	77.6	4
1964	73.1	33.5	113.2	5	1989	51.1	22.2	50.9	3
1980	43.1	34.5	0.4	3	1990	59.1	12.1	63.2	3
1981	0.3	5.7	51.9	1	1991	11.4	28.3	11.4	2

表 2 预报要素(降雨量)分级标准 (mm)

要素	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
x_1	≤ 10	10.1 ~ 28	28.1 ~ 45	45.1 ~ 60	> 60
x_2	≤ 10	10.1 ~ 30	30.1 ~ 40	40.1 ~ 50	> 50
x_3	≤ 8	8.1 ~ 35	35.1 ~ 45	45.1 ~ 55	> 55

表 3 预报要素分级值

年度	x_1	x_2	x_3	y
1957	1	1	1	1
1958	4	5	4	5
1959	2	3	5	4
1960	4	5	1	4
1961	2	1	5	2
1962	5	1	1	2
1963	3	2	5	3
1964	5	3	5	5
1980	3	3	1	3
1981	1	1	4	1
1982	2	2	1	2
1983	3	2	3	3
1984	3	3	3	3
1985	2	2	2	2
1986	2	2	2	2
1987	4	1	2	1
1988	2	4	5	4
1989	4	2	4	3
1990	4	2	5	3
1991	2	2	2	2

是考虑多个因素的模糊综合决策的结果。广义模糊模型有 6 个, 即:

模型 1 主要因素肯定型:

$$M_1 = \bigvee_{i=1}^m (\mu_{\tilde{X}}(X_i) \vee r_{ki})$$

模型 2 主要因素决定型:

$$M_2 = \bigvee_{i=1}^m (\mu_{\tilde{X}}(X_i) \wedge r_{ki})$$

模型 3 主要因素突出型:

$$M_3 = \bigvee_{i=1}^m (\mu_{\tilde{X}}(X_i) \cdot r_{ki})$$

模型 4 因素求和型:

$$M_4 = \sum_{i=1}^m (\mu_{\tilde{X}}(X_i) \wedge r_{ki})$$

模型 5 加权平均型:

$$M_5 = \sum_{i=1}^m (\mu_{\tilde{X}}(X_i) \cdot r_{ki})$$

模型 6 综合决策模型:

$$M_6 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 M_i$$

因模型 6 是对前 5 个子模型作出总的综合评价, 充分体现了各预报因子对预报对象作用程度, 提高了预报的精确性, 按择大原则取 M_6 最大值判断属某一级别。

2.2 求模糊向量

由列联表确定各项预报因子 X_j 所赋予的权重系数, 组成模糊向量

$$\underline{X} = \{\mu_{\tilde{X}}(x_1), \mu_{\tilde{X}}(x_2), \mu_{\tilde{X}}(x_3)\}.$$

其中:

$$\mu_{\tilde{X}}(X_j) = \frac{\sum_{k=1}^a [\max(nkl)]}{\sum_{j=1}^a \sum_{l=1, 2, \dots, b} [\max(nkl)]}$$

则模糊向量 $\underline{X} = (0.4, 0.31, 0.29)$ 。

2.3 建立评判矩阵

采用单因素 5×5 列联表(表 4)中各预报因子的条件概率 $r_{ki} = \frac{n_{ki}}{n_k}$, 代替模糊概率, 建立预报因子 X_i 和预报对象 Y 的评判矩阵 \underline{R} 。

2 评判模型的预报效果

2.1 评判模型

模糊综合决策的基本模型 $\underline{Y} = \underline{X} \cdot \underline{R}$, 式中: \underline{X} 系某因素的权重系数, 表示某预报因子对预报对象作用的大小; \underline{R} 系由单因素模糊概率值组成的模糊关系矩阵; \cdot 系模糊向量 \underline{X} 与模糊关系矩阵 \underline{R} 合成运算的算子; \underline{Y}

表4 x_1, x_2, x_3 的列联表

k \ l	y					nk.	k \ l	y					nk.	k \ l	y					nk.			
	1	2	3	4	5			1	2	3	4	5			1	2	3	4	5				
x_1	1	2	0	0	0	0	2	x_2	1	3	2	0	0	0	5	x_3	1	1	2	1	1	0	5
	2	0	5	0	2	0	7		2	0	4	4	0	0	8		2	1	3	0	0	0	4
	3	0	0	4	0	0	4		3	0	0	2	1	1	4		3	0	0	2	0	0	2
	4	1	0	2	1	1	5		4	0	0	0	1	0	1		4	1	0	1	0	1	3
	5	0	1	0	0	1	2		5	0	0	0	1	1	2		5	0	1	2	2	1	6
n·1	3	6	6	3	2	20	n·1	3	6	6	3	2	20	n·1	3	6	6	3	2	20			

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & r_{kn} \end{pmatrix}$$

则 $\tilde{R}(x_1) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.71 & 0 & 0.29 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.2 & 0 & 0.4 & 0.2 & 0.2 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \end{pmatrix}$

$$\tilde{R}(x_2) = \begin{pmatrix} 0.6 & 0.4 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.25 & 0.25 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \end{pmatrix}$$

$$\tilde{R}(x_3) = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.2 & 0.2 & 0 \\ 0.25 & 0.75 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0.33 & 0 & 0.33 & 0 & 0.33 \\ 0 & 0.17 & 0.33 & 0.33 & 0.17 \end{pmatrix}$$

2.4 预报效果检验

预报 1992 年马铃薯晚疫病流行程度, 7 月下旬降雨量 x_1 为 79mm, 8 月上旬降雨量 x_2 为 52.4mm, 中旬降雨量 x_3 为 54mm。按预报要素分级值标准, 将划为 x_1 为 5 级, x_2 为 5 级, x_3 为 4 级, 预报流行程度 y 的运算, 按模糊综合决策的基本模型 $\underline{Y} = \underline{X} \cdot \underline{R}$ 进行计

算, 即

$$y = (0.4, 0.31, 0.29) \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0.5 & 0 & 0 & 0.5 \\ 0 & 0 & 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0.33 & 0 & 0.33 & 0 & 0.33 \end{bmatrix}$$

- 得: 模型 1 $m_1 = (0.40, 0.50, 0.33, 0.50, 0.50)$
- 模型 2 $m_2 = (0.29, 0.40, 0.29, 0.31, 0.40)$
- 模型 3 $m_3 = (0.10, 0.20, 0.10, 0.16, 0.20)$
- 模型 4 $m_4 = (0.29, 0.40, 0.29, 0.31, 1.00)$
- 模型 5 $m_5 = (0.10, 0.20, 0.10, 0.16, 0.45)$
- 模型 6 $m_6 = (0.24, 0.34, 0.22, 0.29, 0.51)$

其中最大的值为 0.51, 应预报为 5 级, 预报吻合实际。

用以上同样方法, 进行回测, 结果历史拟合率 100%。

3 小 结

本方法利用的 5 个子模型中, 主要因素肯定型, 突出了因素的作用地位; 主要因素决素突出型, 起到了次要因素的作用程度; 因素求和型起到了总体因素效果的作用程度; 加权平均型表示了所有因素的作用程度。最后用综合决策模型进行预报, 它反映所有因素的综合作用程度。从而提高了预报的精确性。经 1 年预报和 20 年回测, 其历史拟合率 100%。应用模糊综合评判数学模型法分析预报马铃薯晚疫病流行程度, 在生产上有一定的应用价值。