

高粱蚜发生趋势的模糊预测

李丕杰

姜 楠

辽宁省农业气象试验站

辽宁省农业厅(沈阳)

高粱蚜是北方地区高粱的主要害虫。60年代以来,由于田间天敌减少,高粱蚜逐渐发展成为常年发生的严重害虫,对农业生产威胁较大。因此,研究有效的预测高粱蚜发生趋势的方法,做到预报准确、防治及时,确保高粱高产稳产,为有关领导及生产部门的决策提供科学的理论依据。

本文应用 Fuzzy 综合评判方法,以气象条件为预报因子,建立了营口地区高粱蚜发生趋势的预测模型。经检验,效果较好,有一定的应用价值。

1. 因子的选择及资料处理

高粱蚜属间歇性发生虫类,只有当其遇到适宜的气象条件才成为严重危害的害虫。其田间发生动态大致可分为5个阶段:初发、点片发生、扩大危害、严重危害和自然消退阶段。每个时期的气象条件直接影响蚜虫发生程度的轻重。据分析,初发期即点片发生期(6月初~7月上旬)的温度、湿度和降水等气

象条件对高粱蚜发生程度影响较大。经筛选,选定如下5个相关性较好且有一定物理意义的气象因子为入选因子:

x_1 :6月中旬平均气温与相对湿度之比倒数(简称温湿系数),相关系数 $\gamma_{1y} = -0.62^{**}$; x_2 :6月份温度与降水量之比倒数(简称温水系数),相关系数 $\gamma_{2y} = -0.51^{**}$; x_3 :6月中旬~7月上旬温湿系数,相关系数 $\gamma_{3y} = -0.63^{**}$; x_4 :6月份无降水日数,相关系数 $\gamma_{4y} = 0.58^{**}$; x_5 :6月份温湿系数,相关系数 $\gamma_{5y} = -0.52^{**}$ 。

将预报对象高粱蚜发生量进行模糊分级:1为轻发生;2为轻偏中发生;3为中等发生;4为中等偏重发生;5为重发生。按最佳拟合分级原则将预报因子进行模糊分级,并将因子分级与预报对象分级取成正相关形式。分级标准见表1。

表1 各因子及预报对象分级标准

万头

级别要素	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y
1	≥ 3.52	≥ 4.54	≥ 3.49	≤ 14	≥ 3.54	≤ 0.1
2	3.51~3.26	4.53~3.83	3.48~3.33	15~17	3.53~3.33	0.1~0.5
3	3.25~3.00	3.82~3.12	3.32~3.17	19~21	3.32~3.12	0.5~1.0
4	2.99~2.74	3.11~2.41	3.16~3.01	22~24	3.11~2.91	1.0~2.0
5	≤ 2.73	≤ 2.40	≤ 3.00	≥ 25	≤ 2.90	≥ 2.0

注:y分级标准以7月上旬调查百株蚜量为准

2 Fuzzy 预测模型的建立

Fuzzy 综合评判就是将多个与预报量相关的因子视为输入信息,将模糊关系(模糊矩阵)视为转换器,最终得到评判结果的过程。

2.1 模糊权重向量的确定

Fuzzy 综合评判需对每个相关因子依其所起作用不同赋予不同的权重,构成模糊向量 $\alpha = (\alpha_i)$ 。本文将5个预报因子与预报对象

的相关系数 γ_{xy} 。经归一化处理后作为各因子的权重,得到模糊权重向量 α 。

归一化公式:

$$\alpha_i = \gamma_i^2 Y / \sum_{i=1}^5 \gamma_i^2 y \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5)$$

依此得到 $\alpha = (\alpha_i) = (0.23 \quad 0.16 \quad 0.24 \quad 0.21 \quad 0.16)$ 。

从中可以看出,第3因子和第1因子权重较大,其次第4因子,第2因子和第5因子权重较小,这说明6月中旬后的气象条件对高粱蚜发生程度影响较大。

2.2 单因素评判矩阵的建立

按表1中各因子分级标准将原始数据变成分级值,组建单因素 5×5 列联表。以第1因子为例,见表2,其余因子略。

表2 x_1 因子 5×5 列联表

项目		Y					$N_{i \cdot}$
		1	2	3	4	5	
x_1	1	3	1	0	0	0	4
	2	1	0	3	0	0	4
	3	0	2	0	1	2	5
	4	2	0	1	0	0	3
	5	0	0	0	0	4	4
$N \cdot J$		6	3	4	1	6	20

表2中, I 为因子分级数; J 为预报对象分级数; $N_{i \cdot}$ 为因子 I 级时预报对象出现次数; $N_{\cdot j}$ 为预报对象为 J 时出现次数; N_{ij} 为不同 I, J 组合下出现的次数。由表2可以看出: $N_{ij}/N_{i \cdot}$ 是预报准确率, $N_{ij}/N_{\cdot j}$ 是历史拟合率。将二者之和作为列联参数 β_{ij} ,则 β_{ij} 越大,在该组合下 x, y 出现的机率就越大。因此可用归一化处理后的 β_{ij} 组成单因素评判矩阵 B ,具有一定的物理意义。

具体公式如下:

$$\beta_{ij} = N_{ij}/N_{i \cdot} + N_{ij}/N_{\cdot j}$$

$$\beta_{ij}^* = \beta_{ij} / \sum_{i=1}^K \beta_{ij}$$

式中, K 为分级数,为5; $i, j = K$ 。

计算后得 x_1 因子模糊评判矩阵 B_1

$$\tilde{B}_1 = \begin{pmatrix} 0.68 & 0.32 & 0 & 0 & 0 \\ 0.22 & 0 & 0.78 & 0 & 0 \\ 0 & 0.36 & 0 & 0.40 & 0.24 \\ 0.63 & 0 & 0.37 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

同理,其余4个因子皆可得到各自模糊评判矩阵 $B_i, i = 2, 3, 4, 5$ 。

$$\tilde{B}_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.53 & 0.47 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.70 & 0 & 0.30 \\ 0.31 & 0.22 & 0 & 0.47 & 0 \\ 0.11 & 0.18 & 0.15 & 0 & 0.56 \end{pmatrix}$$

$$\tilde{B}_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.32 & 0.16 & 0.14 & 0.38 & 0 \\ 0.21 & 0.29 & 0.50 & 0 & 0 \\ 0 & 0.30 & 0.26 & 0 & 0.44 \\ 0.20 & 0 & 0 & 0 & 0.80 \end{pmatrix}$$

$$\tilde{B}_4 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.15 & 0.21 & 0.18 & 0.46 & 0 \\ 0.68 & 0.32 & 0 & 0 & 0 \\ 0.10 & 0.15 & 0.37 & 0 & 0.38 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\tilde{B}_5 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.36 & 0.64 & 0 & 0 \\ 0.26 & 0 & 0.16 & 0.45 & 0.13 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0.16 & 0 & 0.20 & 0 & 0.64 \end{pmatrix}$$

2.3 综合评判矩阵的建立

每个单因素的评判结果构成1个模糊关系即模糊矩阵,多因素评判结果则组成1个综合模糊评判矩阵 R 。将每个因子按不同分级所对应的模糊子集组合在一起则构成1个多因素综合评判矩阵。如各因子分级分别为 a, b, c, d, e ,则每个因子所对应的模糊子集为: $B_{1a}, B_{2b}, B_{3c}, B_{4d}, B_{5e}$,综合评判矩阵 R 为

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} B_{1a} \\ B_{2b} \\ \vdots \\ B_{5e} \end{pmatrix}$$

孙立德被评为省 先进科技工作者

本刊讯 喀左县气象局工程师孙立德被评为辽宁省先进科技工作者。1992年12月26~28日在沈召开的辽宁省首届青年学术年会上,孙立德受到辽宁省政府、省人事厅、省科协的表奖。他撰写的《高粱蚜虫发生程度灰色关联分析及灰色预测研究》论文被中国科协首届青年学术年会卫星会议执委会、辽宁省科协评为首届青年优秀论文二等奖,并在农科分组学术会上宣读。《辽宁日报》1992年12月18日发表了《慧眼读苍穹》的通讯,报道了他的先进事迹。(刘长富)

3 模糊预测及检验

综合评判矩阵 R 得到后,则令 $\tilde{Y} = \tilde{\alpha} \cdot \tilde{R}$, 模糊计算采取 $M(\cdot, \oplus)$ 运算,即:

$$y_i = \sum_{j=1}^K \alpha_j \cdot r_{ij}$$

式中, $K=5, i, j=1, 2, 3, 4, 5$ 。

取 $\hat{y} = Max y_i$, 所对应的级别即为预报量级别。

以1992年为例,各因子分级为 $x_1=2, x_2=2, x_3=2, x_4=2, x_5=5$ 级,相对应的模糊子集所组成的综合评判矩阵 R 为:

$$\tilde{R} = \begin{pmatrix} 0.22 & 0 & 0.78 & 0 & 0 \\ 0 & 0.53 & 0.47 & 0 & 0 \\ 0.32 & 0.16 & 0.14 & 0.38 & 0 \\ 0.15 & 0.21 & 0.18 & 0.46 & 0 \\ 0.16 & 0 & 0.20 & 0 & 0.64 \end{pmatrix}$$

$$\tilde{Y} = \tilde{\alpha} \cdot \tilde{R} = (0.23 \quad 0.16 \quad 0.24 \quad 0.21$$

0.16) R

计算后得:

$$y_1 = 0.18, y_2 = 0.17, y_3 = 0.36, y_4 = 0.19, y_5 = 0.10.$$

$\hat{y} = Max y_i = 0.36$, 对应级别为3级, 实况1992年为中等发生, 预报准确。

依此模型对1970~1989年进行回代, 对1990、1991两年试报, 1992年预报, 其结果如下(表3)。

表3 历史回代及试预报结果

年份	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
回代, 试报	1	3	1	2	1	5	5	5	2	5	1
实况	1	3	1	2	1	5	5	5	2	5	1
评价	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

年份	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
回代, 试报	3	1	2	3	4	5	1	5	3	3	3	3
实况	3	1	2	3	4	5	1	5	3	3	4	3
评价	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

从表3中得出: 历史回代拟合率达100%, 试报1990、1991两年中仅有1年基本正确, 另1年正确, 预报1992年为中等发生年, 实况1992年为中等发生, 预报准确。

4 小结

4.1 本文选用高粱蚜扩大危害前的气象条件为预报因子, 采用 Fuzzy 综合评判方法对营口地区高粱蚜发生趋势进行预测, 效果较好, 可用于中期防虫情报服务。

4.2 本方法预测结果只是一种趋势预报, 还有待于进一步量化。

5 参考文献

- 1 黄明星等. 用 Fuzzy 综合评判预测小麦赤霉病的发生量. 气象, 1990, 16(7).
- 2 贺菊美等. 实用农业气象指南. 北京: 中国农业科技出版社, 1988.

