

应用Fuzzy贴近度对第3代稻纵卷叶螟 发生量的定量预测研究

梁章桢¹, 陈先文¹, 郭雪芬¹, 魏正英², 陈观浩^{3*}

(¹化州市那务农业技术推广站, 广东化州 525139; ²化州市宝圩农业技术推广站, 广东化州 525138;
³化州市病虫害测报站, 广东化州 525100)

摘要:【目的】建立化州市稻纵卷叶螟发生量动态预测模型,为稻纵卷叶螟防治提供科学依据。【方法】运用Fuzzy贴近度原理,挑选与第3代稻纵卷叶螟发生量相关性好、超前性好的3项前期气象因子建立贴近度预测模型,并结合化州市第3代稻纵卷叶螟的实际发生情况,设定Fuzzy贴近度预测规则。【结果】建立了化州市第3代稻纵卷叶螟发生量的定量预测模型 $y=2.5587+44.1039R(x_0, x_i)$,并计算出预测规则,经对历史资料的回测检验,历史拟合率达92.3%,2009和2010年预测结果与实际一致。【结论】建立的稻纵卷叶螟发生量定量预测模型具有计算简单、工作量小、应用方便、预报准确率高等优点,适宜于基层测报站及生产单位推广应用。

关键词: 稻纵卷叶螟; 发生量; Fuzzy贴近度; 预测

中图分类号:S431.11

文献标识码:A

文章编号:2095-1191(2011)08-0910-03

Application of Fuzzy closeness for quantitative prediction of 3rd generation of *Cnaphalocrocis medinalis*

LIANG Zhang-an¹, CHEN Xian-wen¹, GUO Xue-fen¹, WEI Zheng-ying², CHEN Guan-hao^{3*}

(¹Nawu Agricultural Technology Extension Station of Huazhou City, Huazhou, Guangdong 525139, China; ²Baoxu Agricultural Technology Extension Station of Huazhou City, Huazhou, Guangdong 525138, China; ³Forecast Station of Disease and Insect of Huazhou City, Huazhou, Guangzhou 525100, China)

Abstract:【Objective】The present study was conducted to establish a dynamic forecasting model for occurrence of rice leaf roller, and to provide scientific basis for its control.【Method】Three meteorological factors which had a close degree and better correlation with the 3rd generation of rice leaf roller were evaluated using the principle of Fuzzy closeness in combination with the actual conditions of the 3rd generation of rice leaf roller in Huazhou City, the prediction guideline for Fuzzy closeness was set.【Result】The quantitative prediction model equation for 3rd generation of rice leaf roller occurrence in Huazhou City was established as $y=2.5587+44.1039 R(x_0, x_i)$, and the prediction values were calculated. The rate of matching results with historical data reached 92.3%, and the predicted results was coincided with the actual data taken in the years 2009 and 2010 which revealed that the composition and structure of prediction model factors of the 3rd generation of leaf roller population met with the prediction requirements.【Conclusion】The established model was convenient and involved simple calculations and lesser labour, and gave results with high precision rate. It is suitable for popularization and application at primary report stations and may be used in the production units.

Key words: *Cnaphalocrocis medinalis*; Fuzzy closeness; prediction

0 引言

【研究意义】稻纵卷叶螟[*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée)]是广东省化州市水稻生产上的重要害虫之一,近10多年来,由于境外虫源地(翟保平和程家安,2006)和当地耕作制度改变(陈观浩等,2006)、气候及水稻品种变化等原因,使稻纵卷叶螟在化州市严重发生的频次显著增加,仅2000~2010年间,几乎年

年中等偏重以上发生,特别是2003、2006、2007、2008年多代中等偏重以上发生,损失惨重。稻纵卷叶螟在化州市常年发生7代(陈观浩,2004),其中早稻发生4代,主害代为第2、3代,第3代幼虫发生期与早稻孕穗期吻合,幼虫孵化后直接为害水稻功能叶,受害严重的田块虫苞累累,卷叶率达90%~100%。因此,加强对稻纵卷叶螟预测的研究,进行稻纵卷叶螟发生量预

收稿日期:2011-04-10

基金项目:广东省科技计划项目(2010B020416004)

作者简介:梁章桢(1958-),男,广东化州人,农艺师,主要从事农业技术推广工作。*为通信作者,E-mail:cgh7909986@126.com

报,对水稻生产具有十分重要的意义。【前人研究进展】国内已有学者对稻纵卷叶螟发生程度(发生量)预测模式进行了研究。李大庆(2006)根据主峰期田间蛾量和气象资料,用多元回归方法对余庆县第3、4代稻纵卷叶螟发生程度进行分析预测。孙俊铭等(1994)筛选出影响庐江县四(2)代稻纵卷叶螟田间幼虫密度的主要预测因子是田间主峰日、主峰日田间蛾量和主峰日后5 d平均相对湿度,并建立了稻纵卷叶螟幼虫密度的短期预测模型。焦汝志等(1999)以锦屏县13年气象资料和稻纵卷叶螟发生资料为依据,利用模糊综合评判分析方法对第3代稻纵卷叶螟发生程度进行分析预测。袁昌洪等(2009)以泰州地区1987~2006年气象资料和稻纵卷叶螟发生资料为依据,采用逐步回归方法,建立四(2)代和五(3)代稻纵卷叶螟发生程度预报方程。【本研究切入点】稻纵卷叶螟生存于自然环境,其繁衍与危害除受自身生物学特性影响外,还受到外界环境的影响,其中气象条件是主要影响因素。在实际工作中,影响稻纵卷叶螟发生程度的关键气象因子和关键时段具有很强的区域性特点,上述研究都源于不同生态区,有其各自的适用范围。因此,建立适于化州当地的稻纵卷叶螟发生量预测模型是十分必要的。【拟解决的关键问题】根据Fuzzy数学理论,应用Fuzzy贴近度原理,并结合数理统计分析(陈观浩等,2002;孙泉良等,2010),对化州市第3代稻纵卷叶螟卷叶率进行预测研究,以期为该虫预测预报和有效防治提供科学依据。

1 预报因子的选择

根据化州市历年气象资料,筛选出与第3代稻纵卷叶螟发生量相关性和超前性好、且有显著生态学意义的3个主要因子,分别为 x_1 (1~2月总降雨量)、 x_2 (1~2月温雨系数)和 x_3 (4月上旬雨日),它们与第3代稻纵卷叶螟平均自然卷叶率的相关系数分别为0.9244、0.9073、0.9129。将这3个气象因素作预报因子集和第3代稻纵卷叶螟平均自然卷叶率(y)构成多维空间向量: $x=\{x_1, x_2, x_3, y\}$ 作为本研究的原始数据(表1)。

2 预报要素隶属函数和贴近度

2.1 隶属函数

以预报因子 x_i 的实测值范围,设定各因子的定义域 $[a, b]$, x_i 的适宜度在定义域 $[a, b]$ 上取值为 $[0, 1]$ 的模糊子集,记为 $u_i(x_i)$ 。隶属函数 u_i 值越趋近0,则该预报因子越不利于稻纵卷叶螟的发生; u_i 越趋近1,则该预报因子越有利于稻纵卷叶螟的发生。根据化州市13年预报因子气象要素极值,设隶属函数域限值(表2)。

表 1 化州市历年预报要素观测值

Table 1 Observed value of forecast elements in the past years

年份 Year	x_1 (mm)	x_2	x_3 (d)	y (%)
1996	139.1	9.34	8	46.7
1997	131.9	8.14	7	34.1
1998	89.6	5.24	4	24.1
1999	17.0	0.96	2	2.3
2000	24.4	1.45	4	4.8
2001	83.1	4.89	4	19.5
2002	40.1	2.32	3	20.6
2003	45.3	2.62	3	10.6
2004	105.0	6.44	7	34.5
2005	35.3	2.15	5	15.3
2006	27.0	1.54	3	7.7
2007	119.2	6.85	8	50.8
2008	86.4	6.50	5	26.9
2009	17.3	0.99	3	6.7
2010	63.3	3.60	7	35.7

1996~2008年为建模用,2009~2010年为预测用。表3同

1996~2008 were modeling stages; 2009~2010 were prediction stages. The same is followed in Table 3

表 2 预报因子隶属函数域限值设定表

Table 2 Limit value of predictor membership function

域限值 Domain limit	x_1	x_2	x_3
a	139.1	9.34	8
b	17.0	0.96	2

当预报因子 x_i 与 y 呈正相关时, $x_i \geq a, u_i(x_i)=1$;
 $x_i \leq b, u_i(x_i)=0$ 。当预报因子 x_i 与 y 呈负相关时, $x_i \leq a, u_i(x_i)=1$;
 $x_i \geq b, u_i(x_i)=0$ 。根据隶属函数公式:

$$u_i(x_i) = (x_i - b_i) / (a_i - b_i) \quad (1)$$

分别计算出3个因子的函数值(表3)。

2.2 贴近度计算

贴近度参照相对欧氏距离公式求得,其计算公式为:

$$R(x_0, x_i) = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^n [u_{0i}(x_i) - u_{ji}(x_i)]^2} \quad (2)$$

由不利于稻纵卷叶螟发生的指标向量构成的Fuzzy子集: $x_0 = [u_{01}(x_1), u_{02}(x_2), u_{03}(x_3)] = [0, 0, 0]$,因此贴近度的计算公式(2)可简化为:

$$R(x_0, x_i) = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^n [u_{0i}(x_i)]^2} \quad (3)$$

经计算,得出历年的贴近度值(表3)。

3 预测规则的设定

根据贴近度 $R(x_0, x_i)$ 与自然平均卷叶率(y)相关性分析得到两者呈直线相关,相关系数 $R=0.9405$,达极显著水平,其线性回归方程为:

$$y = 2.5587 + 44.1039R(x_0, x_i) \quad (4)$$

将该害虫各级发生程度的卷叶率(y)临界值10%和25%代入(4)式,即得预测规则(表4)。

表3 隶属函数值、贴适度及回测拟合结果

Table 3 Suitability of the subordinate function value, closeness degree and back measured value

年份 Year	$u_{j1}(x_1)$	$u_{j2}(x_2)$	$u_{j3}(x_3)$	$R(x_0, x_i)$	回测值 Forecasted value	实测值 Measured value	检验 Test
1996	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	3	3	√
1997	0.9410	0.8568	0.8333	0.8783	3	3	√
1998	0.5946	0.5107	0.3333	0.4917	2	2	√
1999	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1	1	√
2000	0.0606	0.0585	0.3333	0.1985	2	1	×
2001	0.5414	0.4690	0.3333	0.4561	2	2	√
2002	0.1892	0.1623	0.1667	0.1731	2	2	√
2003	0.2318	0.1981	0.1667	0.2006	2	2	√
2004	0.7207	0.6539	0.8333	0.7397	3	3	√
2005	0.1499	0.1420	0.5000	0.3123	2	2	√
2006	0.0819	0.0692	0.1667	0.1144	1	1	√
2007	0.8370	0.7029	1.0000	0.8553	3	3	√
2008	0.5684	0.6611	0.5000	0.5803	3	3	√
2009	0.0025	0.0036	0.1667	0.0963	1	1	√
2010	0.3792	0.3150	0.8333	0.5590	3	3	√

“√”表示预报符合,“×”表示预报不符合

“√”: meet the forecast, “×”: does not meet the forecast

表4 预测规则表

Table 4 Prediction rule for the rate of leaf roller occurrence

发生级别 Occurrence level	卷叶率(%) Rate of leaf roller	贴适度 $R(x_0, x_i)$ Closeness degree R
1	<10	<0.1687
2	10~25	0.1687~0.5088
3	>25	>0.5088

4 预报验证及应用

4.1 回测检验

将1996~2008年各预报因子实测值转换成Fuzzy贴适度 $R(x_0, x_i)$,并与预测规则比照,结果拟合率达92.3%(表3)。

4.2 预测应用

将2009和2010年的预报因子分别代入(1)式和(3)式,求得Fuzzy贴适度 $R(x_0, x_i)$,对照上述预测规则,判别这两年的第3代稻纵卷叶螟将分别发生1级和3级,预测结果与实际发生情况完全一致(表3)。

5 讨论

本研究选取3个对第3代稻纵卷叶螟发生有显著影响的前期气象特征因子,不依赖于天气预报及其他生物因素,将Fuzzy数学的贴适度作为衡量第3代稻纵卷叶螟发生适宜度的综合指标,结合回归分析,建立了化州市第3代稻纵卷叶螟发生量的定量预测模型 $y=2.5587+44.1039R(x_0, x_i)$,经对化州市13年回测验证,仅有1年误差1级,历史拟合率达92.3%,又经2009~2010年预测实践检验,预测结果与实际发生情况完全相符。本研究所选用的3个预报因子的数据均能在4月11日前获得,而当地第3代稻纵卷叶螟危害高峰一般在5月下旬~6月上旬,故能提前40~50 d做出预报,不但使预报的时效性极大提高,而且准确率达90%以上,对稻纵卷叶螟的测报和防治具有重要意义。

6 结论

本研究应用Fuzzy贴适度原理,结合数理统计分析,建立了稻纵卷叶螟发生量的定量预测模型。该预测模型具有计算简单、工作量小、应用方便、预报准确率高等优点,适宜于基层测报站及生产单位推广应用。但所建立的预测模型为动态模型,随着年限的推移,应进一步加强模型修正工作,以提高预报的准确性。

参考文献:

- 陈观浩,刘瑞强,梁盛铭. 2002. 模糊贴适度用于三化螟发生量预测的探讨[J]. 植保技术与推广, 22(4):9-10.
- Chen G H, Liu R Q, Liang S M. 2002. Studies on forecasting the incidences of rice yellow stem borer by using fuzzy closeness degree[J]. Plant Protection Technology and Extension, 22(4):9-10.
- 陈观浩. 2004. 利用周期分析法预测稻纵卷叶螟的发生程度[J]. 昆虫知识, 41(3):258-260.
- Chen G H. 2004. Forecasting of occurrence degree of *Cnaphalocrocis medinalis* by analysis of periodicity[J]. Entomological Knowledge, 41(3):258-260.
- 陈观浩,刘瑞强,张耀忠. 2006. 抛秧栽培水稻病虫害发生特点及控制技术[J]. 安徽农学通报, 12(2):50, 72.
- Chen G H, Liu R Q, Zhang Y Z. 2006. Occurrence of disease on throw cultural rice and its control techniques[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 12(2):50, 72.
- 焦汝志,王虹,杨宗成. 1999. 用Fuzzy分析方法预报稻纵卷叶螟第三代发生程度[J]. 广西植保, 12(1):6-8.
- Jiao R Z, Wang H, Yang Z C. 1999. Occurrence forecast of rice case worm third generation with Fuzzy method[J]. Guangxi Plant Protection, 12(1):6-8.
- 李大庆. 2006. 稻纵卷叶螟发生程度及发生期预测模型研究[J]. 贵州农业科学, 34(6):68-70.
- Li D Q. 2006. Expected models of occurrence degree and period of *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee[J]. Guizhou Agricultural Sciences, 34(6):68-70.
- 孙俊铭,魏俊章,昂永刚. 1994. 四(2)代稻纵卷叶螟田间幼虫密度预测[J]. 昆虫知识, 31(2):68-69.
- Sun J M, Wei J Z, Ang Y G. 1994. Forecast on population density of the 4th(2nd) generation of rice leaf roller in the field[J]. Entomological Knowledge, 31(2):68-69.
- 孙泉良,陈建仁,叶传伟. 2010. 油菜菌核病FUZZY预测法的商榷[J]. 植物保护, 36(3):134-135.
- Sun Q L, Chen J R, Ye C W. 2010. Discussion on the Fuzzy prediction method of *Sclerotinia*[J]. Plant Protection, 36(3):134-135.
- 袁昌洪,鞠红霞,赵蓓,卞正奎,景利民,刘方. 2009. 稻纵卷叶螟发生量与气象因子关系的研究[J]. 安徽农业科学, 37(6):2601-2603.
- Yuan C H, Ju H X, Zhao B, Bian Z K, Jing L M, Liu F. 2009. Study on the relationship between occurrence quantity of medinalis and meteorological factors[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 37(6):2601-2603.
- 翟保平,程家安. 2006. 2006年水稻两迁害虫研讨会纪要[J]. 昆虫知识, 43(4):585-588.
- Zhai B P, Cheng J A. 2006. Summary of two primary migratory pests of rice proseminal in 2006[J]. Entomological Knowledge, 43(4):585-588.