

稻瘟病发生发展气象条件 等级业务预报技术研究

何永坤 阳园燕 罗孳孳

(重庆市气候中心, 401147)

提 要: 从稻瘟病发生机理出发, 通过筛选满足稻瘟病病菌侵入寄主的气象因子条件, 即水稻稻瘟病的促病气象指标: 日平均气温 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$, 日最低气温 $< 20^{\circ}\text{C}$, 空气相对湿度 $\geq 90\%$, 日照时数 $\leq 1\text{h}$, 日降水量 $\geq 1\text{mm}$, 建立了水稻稻瘟病发生发展的气象条件促病指数 Z , 在相关分析的基础上确立了稻瘟病发生发展气象条件预报等级指标, 通过 1984—2006 年历史回代检验, 准确率为 $74\%\sim 78\%$ 。2007 年实际业务服务应用, 服务效果很好。

关键词: 稻瘟病 气象条件 等级预报

引 言

稻瘟病是一种真菌性水稻病害。一般流行年份可造成 $10\%\sim 20\%$ 减产, 严重发生时损失达 $40\%\sim 50\%$ ^[1]。稻瘟病的发生发展与气温、降水、湿度等气象条件有着密切的关系, 是一种典型的气象型病害。因此, 利用气象条件与稻瘟病间的关系, 建立相关模型预测稻瘟病发生是可能的。目前, 采用因子分析、逐步回归、贝叶斯判别法、BP 神经网络、“Fuzzy 贴近度”等数理统计方法, 开展了稻瘟病发生程度预测^[1-9], 这些方法往往对历史资料的拟合度较高, 但受气候预测时效性、准确性等业务能力的限制, 业务应用效果不理想。从稻瘟病发生机理出发, 利用气温、相对湿度、降水气象因子建立天气促病指数模型^[10-11], 其试验效果较理想, 是预测稻瘟病发

生程度的新方法, 但由于预测模型要求的气象条件较“苛刻”, 还不能投入实际气象服务应用。本研究借鉴国内外同类工作的经验, 从筛选稻瘟病的气象指标出发, 结合当前天气预报中准确率较高的 72 小时预报产品, 建立稻瘟病发生发展的气象条件促病指数, 进行稻瘟病发生发展的气象条件等级预报业务服务, 为预测稻瘟病的发生发展提供了可靠的科学依据。

1 资料与方法

适宜的气象条件是水稻稻瘟病大发生的直接诱发因素, 其中凉夏气候是诱发稻瘟病发生的主要气象条件。当气温在 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、空气相对湿度 90% 以上、稻株体表水膜保持 $6\sim 10$ 小时, 稻瘟病就容易发生。水稻抽穗后遇到 20°C 以下低温侵袭, 可减弱植株抗病

资助项目: 中国气象局 2007 年多轨道建设项目“中国农业气象灾害监测预警系统”资助

收稿日期: 2008 年 3 月 24 日; 修定稿日期: 2008 年 9 月 26 日

力,一旦阴雨多雾,极易引起穗颈瘟流行。稻瘟病菌对水稻不同生育期、不同部位均能侵染为害,尤其以穗颈瘟对水稻产量影响最大^[12]。从水稻稻瘟病发病的生理气象指标入手,筛选促病的气象条件指标,建立促使稻瘟病发生的气象条件促病指数,并与稻瘟病历史资料进行相关分析,进行稻瘟病发生气象条件等级划分。在预报模式中将实时气象资料与后期天气预报产品相结合来发布滚动预报。

1.1 水稻稻瘟病病虫害资料

重庆市涪陵、秀山、忠县、开县、黔江,1984—2006 年每年水稻稻瘟病发生面积、发生程度等级资料由重庆市农技总站提供。

1.2 气象资料

涪陵、秀山、忠县、开县、黔江,1984—2006 年水稻生育期气象要素资料及日平均气温、日最高气温、日最低气温、日降水量、日照时数等气象资料由当地气象观测站提供。

2 稻瘟病促病气象条件指数

2.1 稻瘟病促病气象条件指数建立

水稻稻瘟病病原菌丝生长、分生孢子、萌发的最适宜温度为 25~28℃。病菌对干热、冷冻有较强的抵抗力。分生孢子的形成、萌发要求相对湿度在 90% 以上,最好有水滴或水膜存在。在适温条件下,叶表结水时间越长,病菌侵入率越高^[13]。水稻稻瘟病入侵株体气象条件要求较为严格,根据这一要求,首先筛选满足病菌侵入寄主的气象因子条件,即为水稻稻瘟病的促病气象指标:日平均气温 20~30℃,日最低气温<20℃,空气相对湿度≥90%,日照时数≤1h,日降水量≥1mm。

当以上促病气象指标同一天同时满足时,认为其达到适宜致病日数为 1,考虑到当

促病气象指标连续多日满足适宜致病条件时,其对稻瘟病发生严重程度的作用不同,因此对不同连续达标日数给以不同权重(见表 1),并定义稻瘟病促病气象条件指数 Z 。当日最低气温小于 20℃ 时,水稻抽穗后易受低温侵袭,由于植株体抗病能力弱,而更易诱发和加重稻瘟病(穗颈瘟)的发生,因此在定义稻瘟病促病气象条件指数时,考虑了适宜致病日中最低气温小于 20℃ 的日数。稻瘟病促病气象条件指数 Z 定义如下:

$$Z = D_0 \times 0.1 + a_1 \times 1 \times D_1 + a_2 \times 2 \times D_2 + \cdots + a_n \times n \times D_n$$

式中: Z 为预报时段内稻瘟病促病气象条件指数; D_0 为适宜致病日中日最低气温小于 20℃ 的累积日数; a_1 为适宜致病日为 1 天的权重系数; D_1 为适宜致病日为 1 天的总个数; a_n 为适宜致病日为 n 天的权重系数; D_n 为适宜致病日为 n 天的总个数。

表 1 稻瘟病促病气象条件指数权重系数

连续致病日数 n	1	2	...	n
权重系数(a)	a_1	a_2	...	a_n
	1.0	1.5		$(n+1)/2$

2.2 稻瘟病促病气象条件指数验证

据研究,水稻稻瘟病病菌主要来自带病种子和带病稻草,对干热、冷冻有较强的抵御力;干燥条件下,分生孢子在 60℃ 经 30 小时仍有部分存活,在 4~6℃ 条件下,经过 50~60 天,仍有 20% 存活;在速冻条件下,−30℃ 可存活 18 个月。稻节和麦粒上的培养菌,在室温条件下,放置真空干燥器内,可存活 10 年以上^[13]。

分别选取秀山、涪陵、黔江、开县、忠县 5 站秋季(9—11 月)、冬季(12 月至次年 2 月)、秋冬季(9 月至次年 2 月)的气象要素(降水日数、降水日数距平、降水量、降水量距平率、平均气温、气温距平、日照时数、日照时数距平率)与水稻稻瘟病发生程度进行相关性统计分析,上述时段的气象要素与稻瘟病发生均未通过相关显著性检验,这一结论与已有

研究基本一致,对带病种子、稻草的处理是减少来年水稻稻瘟病发生最为有效的措施之一,而秋冬季气候条件对稻瘟病病菌安全越冬影响不大。

筛选秀山、涪陵、黔江、开县、忠县,1984—2006 年水稻抽穗扬花关键生育期的气象要素满足促病气象指标的适宜致病日数,并计算其促病气象条件指数 Z ,并对稻瘟病发生程度进行极差化处理,计算促病气象条件指数与水稻稻瘟病发生程度的相关性分析结果通过了 0.01 显著性检验,相关系数达 0.652(图 1)。

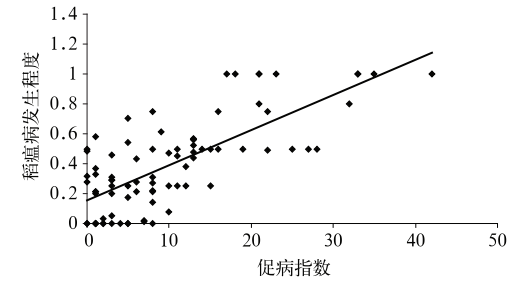


图 1 稻瘟病发生程度与促病指数相关分析

2.3 稻瘟病发生发展气象条件预报等级划分

根据稻瘟病发生面积占种植面积的比例及稻瘟病发生程度与稻瘟病促病气象条件指数 Z 进行统计划分,得到稻瘟病发生发展气象条件预报等级(见表 2)。

表 2 水稻稻瘟病发生发展气象条件预报等级		
等级	稻瘟病发生发展气象条件等级	促病指数 Z
1	最适宜	>15
2	适宜	$11\sim15$
3	较为适宜	$1\sim10$

根据稻瘟病发生发展气象条件预报等级对秀山、涪陵、黔江、开县、忠县 5 站,1984—2006 年稻瘟病发生发展等级气象条件检验得出,预报气象条件等级为“较为适宜”稻瘟病发生发展的预报准确率最高,达 78%,而三种预报等级的差别仅仅 1%~4%,总体预报水平相当,且都通过了 70%,取得了较好

的预报效果(见表 3)。

表 3 稻瘟病发生发展气象条件等级预报检验					
等级	预报稻瘟病发生发展气象条件等级	预报值(y)	实际值符合(y)	实际值不符合(y)	预报准确检验
1	最适宜	26	20	6	20/26
2	适宜	19	14	5	14/19
3	较为适宜	59	46	13	46/59

2.4 稻瘟病发生发展气象条件等级预报

在对水稻稻瘟病发生发展气象条件等级预报时,由于稻瘟病的发生发展趋势是个时间累积的效应,因此要充分考虑前期气象条件的基础上,结合后期天气预报,才能做出合理的预报,而对当前气象台的预报产品进行解释应用成为发布预报的关键。当前 72 小时内的区县天气预报产品中仅有最高气温、最低气温、天空状况等预报要素,要将这些要素进行分离,以满足稻瘟病促病气象指数,才能实现对未来水稻稻瘟病发生气象等级的预报。

对天气预报产品的解释应用采取分别提取,逐级检索的方法。第一步检索得日最高气温,再求平均得到日平均气温,如果日平均气温满足 $20\sim30^{\circ}\text{C}$ 之间的促病气象条件指标则进入第二步检索,如未达标则判定当日为未达标日;进入第二步检索天空状况,当预报为有雨时判定当日为达标日,当预报为阴、多云、晴时判定当日为未达标日(图 2)。

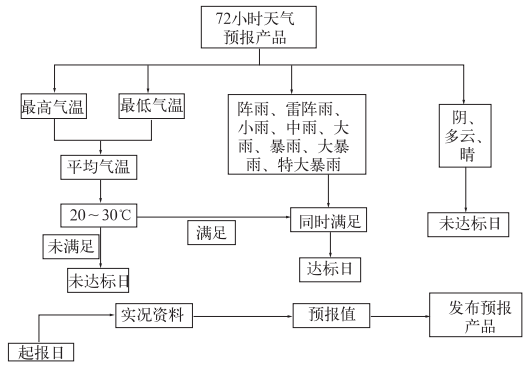


图 2 稻瘟病发生发展气象条件等级预报中预报产品的解释应用示意图

水稻稻瘟病发生发展气象条件等级预报方法建立后,选取 2007 年水稻抽穗扬花期开始期为起报日,后期资料采用 72 小时预报资料,对秀山、涪陵、黔江、开县、忠县的 2007 水稻稻瘟病发生发展气象条件是否适宜做出了等级预报(表 4),5 站水稻稻瘟病发生的气象条件均为最适宜,即 2007 年的气象条件为稻瘟病的大发生、重发生提供了可能,各地需密切关注,积极采取有效防治措施,严密防控。这一预报与在重庆市植保站了解的稻瘟病发生情况一致。

表 4 2007 年重庆市部分地区水稻稻瘟病发生发展气象条件等级预报

站点	水稻稻瘟病气象条件 促病指数 Z	稻瘟病发生发展 气象条件等级
秀山	24.2	最适宜
涪陵	21	最适宜
黔江	27	最适宜
开县	18	最适宜
忠县	33.1	最适宜

3 结论与讨论

(1) 从水稻稻瘟病发生机理出发,筛选出满足稻瘟病病菌侵入寄主的气象因子条件,即水稻稻瘟病的促病气象指标:日平均气温 $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$,日最低气温 $< 20^{\circ}\text{C}$,空气相对湿度 $\geq 90\%$,日照时数 $\leq 1\text{h}$,日降水量 $\geq 1\text{mm}$ 。

(2) 确立了水稻稻瘟病发生发展的气象条件促病指数,在相关分析的基础上,建立稻瘟病促病气象条件指数,在预报模型中,简化了复杂的生理学指标,从第一个达标日开始作为起报日,对未来 72 小时天气预报产品解

释应用,进行稻瘟病发生的滚动预报,预报准确率较高。

(3) 本研究的指标体系代表丘陵地区稻瘟病发生的气象条件等级指标,但重庆地区立体气候明显,海拔 600m 以上地区应用时,应根据水稻发育期变化情况和当地气候背景进行调整。

参考文献

- [1] 孙国昌,杜新法,陶荣祥. 水稻稻瘟病防治研究进展和 21 世纪研究设想[J]. 植物保护,2000,26(1):33-35.
- [2] 黄春艳,朱传楹,张增敏,等. 北方寒地稻区稻瘟病预测预报研究[J]. 中国农学通报,1998,14(5):27-29.
- [3] 于雷,张景媛,范维君. 气象因子对稻瘟病的影响及预报[J]. 黑龙江气象,1994,(2):35-36.
- [4] 向卫国,赵纯波,梁岱云. 四川省稻瘟病发病率及其等级预报初探[J]. 成都气象学院学报,1994,(4):60-67.
- [5] 高平治,施文武,徐福海. 滇中粳稻区稻瘟病发病气象指标及预报模式的应用[J]. 云南农业科技,1992,(1):24-25.
- [6] 陶明鉴,张志明. 应用 Fuzzy 贴近度对晚稻稻瘟病进行定量预报的研究[J]. 植物保护,1993,(3):2-3.
- [7] 黄朝荣. 早稻穗颈稻瘟病发生程度预报方法初探[J]. 广西气象,1991,(4):38-39.
- [8] 张圭松. 应用马尔可夫链方法预测稻瘟病发生[J]. 植物保护,1987,13(2):11-12.
- [9] 王昌明. 稻瘟病预测~周期分析方法[J]. 植物保护学报,1989,16(4):221-225.
- [10] 姚渝丽,杨信东,郭明智,等. 利用天气促病指数表模型预报稻瘟病发病趋势[J]. 气象,29(7):52-55.
- [11] 杨信东. 烟草野火病“天气促病指数”表解模型的建立[J]. 吉林农业大学学报,2002,24(2):86-90.
- [12] 山崎义人,高坂淖尔著,肖连成译. 稻瘟病和抗病育种[M]. 长春:吉林省科学技术出版社,1983.
- [13] 王建忠,郑文静,张燕之. 水稻稻瘟病的发病原因及综合防治[J]. 粮食作物,2006,(8):24-25.