

# 花椒锈病发生规律与化学防治研究

汤 毅, 曹支敏\*, 王洁菲

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

**摘 要:**对陕西省凤县十里店和白石铺 2 地的花椒叶锈病分别进行了流行规律和化学防治研究。结果表明,花椒锈病在 7 月中下旬开始发病,8 月份进入普发期,病情日增长速度( $r$ )最高值达 0.08,9 月中旬发病达到最高峰,病情指数最大值达 74.5,9 月下旬至 10 月初,树冠病情指数明显下降,该锈病流行的时间动态 Gompertz 增长模型;花椒锈病病害流行程度与气象因子密切相关,夏末初秋高湿度、18~22℃ 气温有利于锈病流行。田间化学防治试验表明,15% 三唑酮、43% 戊唑醇 2 种药剂的平均防治效果分别达到 78.9 和 76.82,对控制花椒锈病流行均起到显著效果。

**关键词:**花椒锈病;流行;气象因子;防治

**中图分类号:**S763      **文献标志码:**A      **文章编号:**1001-7461(2015)01-0150-04

## Occurrence Regularity and Chemical Control of Pricklyash Rust

TANG Yi, CAO Zhi-min\*, WANG Jie-fei

(College of Forestry, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** The epidemic regularity and chemical control of pricklyash rust were investigated in Feng County of Shaanxi Province. The results showed that pricklyash rust initially occurred in mid to late July, developed into prevailing phase (highest  $r$ -value, 0.08) in August, reached up to peak (highest disease index reaches up to 74.5) in mid September, and the disease index significantly decreased in late September to early October. Temporal dynamic of epidemic of pricklyash rust accorded with Gompertz model. The rust epidemic was closely related to meteorological factors, e. g., temperature of 18℃—22℃ and higher humidity in late summer to early autumn were favorable to pricklyash rust epidemic. Field test indicated that the average control effects of 15% triadimefon and 43% tebuconazole were 78.9 and 76.8, respectively, implying that two fungicides had obvious control effect on pricklyash rust epidemic.

**Key words:** pricklyash rust; epidemic; meteorological factors; control

花椒锈病(*Coleosporum zanthoxyli*)是花椒栽培区普遍发生的叶部病害,花椒幼苗、大树均可发病。染病花椒叶片褪绿、坏死,严重发病时常导致椒树叶提前脱落,并引起二次萌叶,致使树势衰弱而严重影响次年产量<sup>[1-2]</sup>。有研究表明,花椒锈病流行与环境条件、寄主品种等因素有关<sup>[3-6]</sup>。但随着近年来气候条件的变化和栽培条件的改变,花椒锈病流行出现了发生时间与区域的变化,造成了防治被动和效果不佳的局面。病害在陕西秦岭地区、甘肃陇

南花椒产区均有大面积发生,给花椒生产造成很大损失<sup>[6]</sup>。为此,于 2012—2013 年期间,对该锈病发生流行规律进行了进一步观察,并试验研究了化学防治技术,以期对花椒锈病的有效控制提供理论依据和方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 病情调查与统计方法

2012—2013 年,在陕西凤县双石铺镇十里店村

收稿日期:2014-03-21 修回日期:2014-05-15  
基金项目:国家“十二五”科技支撑计划(2012BAD19B0804)。  
作者简介:汤毅,男,硕士研究生,研究方向:森林病理学。E-mail:290552047@qq.com  
\* 通信作者:曹支敏,男,博士,教授,研究方向:森林病理学与菌物学。E-mail:zmcao@nwsuaf.edu.cn

(海拔 1 100 m)选取立地条件不同的半山坡、河沟底 2 处花椒园作为标准地,每年 7—10 月期间,每隔 10 d 调查花椒锈病的发病率与病情指数。2 标准地花椒树品种均为凤县大红袍,树龄在 10~15 a 左右,每块标准地内随机选取 3~4 行花椒树,各行每隔几株选取 1 株,共调查 50~130 株。每株按东南西北 4 个方向及上、中、下 3 个部位随机摘取调查株 16~20 个花椒复叶,各标准地每次调查的花椒小叶片数总数一般不少于 1 000。花椒锈病病害严重度分级与病情指数统计参照曹志敏<sup>[7]</sup>等、方中达<sup>[8]</sup>方法。按该锈病流行特点,病害流行速度( $r_G$ )采用 Gompertz 模型计算<sup>[9]</sup>:

$$r_G = [\ln(-\ln x_1) - \ln(-\ln x_2)] / (t_2 - t_1) \quad (1)$$

1.2 气象条件与花椒锈病关系分析

调查当地 2012 年 7—10 月和 2013 年 7—10 月各旬的总降水量、旬平均温度和旬平均湿度,用 Excel 2007 软件分析花椒锈病发病程度与气象条件相关性。

1.3 药剂防治试验

2013 年在凤县凤州镇白石铺花椒示范园区(山坡,海拔 1 050 m)选取约 0.3 hm<sup>2</sup> 花椒园进行锈病田间药剂防治试验,试验花椒品种为凤县大红袍,树龄在 20 a 左右。从 7 月 25 日开始第 1 次喷药,分别使用 15%三唑酮可湿性粉剂(四川省化学工业研究设计院)、430 g·L<sup>-1</sup>戊唑醇悬浮剂(上海惠光化

学有限公司)2 种农药试剂的 750、1 000 倍液对供试花椒树进行叶面喷雾,10 d 后进行第 2 次喷药,以后每隔 15 d 喷施 1 次,防治持续到 9 月中旬,以不喷药剂作为对照<sup>[10-11]</sup>。

在药剂喷施的 2 处理中,三唑酮共喷施 157 株,戊唑醇喷施 172 株,对照 20 株椒树。每次喷施前,在防治试验椒园内按照 1.1 取样调查方法调查统计锈病病情指数,并对数据用 SPSS17.0 软件分析处理<sup>[12]</sup>,以比较 2 种药剂防治效果,筛选出最有效的农药制剂。防治效果/%=(对照组病情指数-处理组病情指数)/对照组病情指数×100<sup>[7]</sup>。

2 结果与分析

2.1 花椒锈病发生的时间动态

2012—2013 年对凤县十里店花椒锈病发病情况定点调查数据见表 2。表 2 中,除 2012 年 8 月 11 日调查数据为半山坡和河沟底 2 花椒园的平均值以外,每次调查日期后第 1 排(或仅一排)为半山坡花椒园统计数据,第 2 排为河沟底花椒园的数据。明显看出,同一时间内河沟底花椒园锈病较半山坡椒园发生严重。每年 9 月下旬、10 月上旬,河沟底花椒园病叶已全部脱落,所以树冠发病率和病情指数未能统计。2012—2013 年花椒锈病在凤县十里店的流行时间动态如图 1。

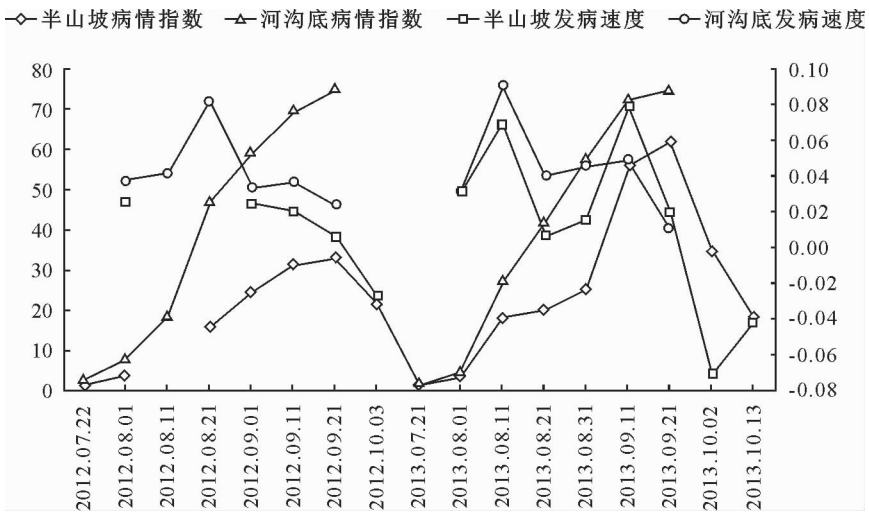


图 1 2012~2013 花椒锈病流行时间动态

Fig. 1 Temporal dynamic of epidemics of pricklyash rust from 2012 to 2013

从图 1 可以看出,花椒锈病在凤县十里店 7 月中下旬开始发病,病叶普遍率<10%,病情指数一般在 3 以下,8 月份进入普发期,9 月中旬发病达到最高峰。9 月下旬至 10 月初,由于严重染病叶片的脱落乃至萌生新叶,树冠叶片发病率及病情指数统计数明显下降。从病害的流行速度分析结果来看,

2012—2013 年 8 月上旬日锈病侵染增加速度最快,其后逐渐下降。随着 9 月中旬病叶普遍率与严重度达到最高峰和其后的大量病叶脱落,到 9 月下旬至 10 月初,花椒树冠病情指数明显下降,锈病的病害流行速度出现了负增长。

表 2 陕西凤县大红袍花椒锈病发生时间动态(2012—2013)

Table 2 Temporal dynamic of epidemic of pricklyash rust in Feng County of Shaanxi Province from 2012 to 2013

调查日期	调查总 叶片数	各病级叶片数					发病率 /%	病情指数	发病速度 ( $r_G$ )
		I	II	III	IV	V			
2012/07/22	1 266	1 207	58	1	0	0	4.66	1.18	/
	335	304	30	1	0	0	9.25	2.39	/
2012/08/01	1 483	1 293	187	3	0	0	12.86	3.25	0.025 8
	1 501	1 060	431	7	3	0	29.38	7.56	0.036 9
2012/08/11	1 812	710	948	108	36	10	60.82	18.10	0.041 3
2012/08/21	1 218	569	573	48	20	8	53.28	15.62	/
	1 127	31	400	465	142	89	97.25	46.85	0.081 3
2012/09/01	1 187	438	493	147	77	32	63.10	24.14	0.024 3
	1 184	37	335	291	208	313	96.88	58.97	0.032 9
2012/09/11	1 338	444	382	330	112	70	66.82	30.98	0.019 3
	1 640	49	285	328	306	672	97.01	69.31	0.036 5
2012/09/21	1 411	492	327	341	153	98	65.13	32.96	0.005 4
	1 534	32	201	236	354	711	97.91	74.63	0.022 5
2012/10/03	1 022	458	387	90	46	41	55.19	21.26	−0.027 7
2013/07/21	1 459	1 408	51	0	0	0	3.50	0.87	/
	1 193	1 142	49	2	0	0	4.27	1.11	/
2013/08/01	1 406	1 222	180	4	0	0	13.09	3.34	0.030 2
	1 182	987	192	2	1	0	16.50	4.21	0.031 9
2013/08/11	1 178	413	707	42	9	7	64.94	17.95	0.068 3
	1 176	211	755	137	43	30	82.06	27.17	0.088 8
2013/08/21	1 188	478	570	67	48	25	59.76	19.95	0.006 3
	1 393	162	501	470	160	100	88.37	41.65	0.039 7
2013/08/31	1 183	420	500	147	80	36	64.50	24.89	0.014 8
	1 222	60	340	301	220	301	95.09	57.41	0.045 6
2013/09/11	1 545	53	227	739	375	151	96.57	55.57	0.078 3
	1 457	3	141	359	463	491	99.79	72.27	0.048 7
2013/09/21	1 935	47	327	640	517	404	97.57	61.68	0.019 6
	1 693	3	221	320	409	740	99.82	74.54	0.010 0
2013/10/02	1 162	247	462	279	110	64	78.74	34.55	−0.071 6
2013/10/13	949	552	220	80	74	23	41.83	18.28	−0.042 7

2.2 花椒锈病发生与气象条件的关系

2012—2013 年 7—10 月试验观察点的气象条件与发病程度的关系如表 3。其中,因 9 月下旬至 10 月初病叶脱落造成实际病情指数统计偏差或无数据,故选取从 7 月中旬至 9 月中旬期间的调查数据进行相关性分析。

利用 Excel 统计软件,结合 2012—2013 年的气象条件与花椒锈病病情指数进行统计分析(表 2),病情指数与旬降雨量、旬平均温度、旬平均湿度的相关系数  $r$  值分别为 0.020 4、−0.716 0、0.175 5(表 3),表明花椒锈病发病程度与旬降水量的直接相关性不大,与旬平均湿度有一定的相关性,而与旬平均气温负相关。数据分析显示,花椒锈病流行的气象条件是凉爽气温(18~22℃)和较高的空气湿度,而空气湿度与降雨量正相关(0.676 8),锈病始发期 7 月下旬的降雨量>50 mm。此结果与曹支敏<sup>[7]</sup>等研究结果一致。

2.3 田间防治试验结果

2013 年陕西省凤县凤州花椒锈病药剂防治试验结果如表 3。15%三唑酮 wp750 倍液的防治效平

均防治效果为 78.9%,43%戊唑醇 sc 1 000 倍液的平均防治效果为 76.82%。利用 SPSS17.0 统计软件对各药剂的平均防治效果进行分析,并结合各处

表 3 2012—2013 年陕西凤县花椒锈病流行程度与气象因子的关系

Table 3 Relationship between leaf rust index of pricklyash and meteorological conditions in Feng County of Shaanxi Province from 2012 to 2013

调查日期		旬降雨量 /mm	旬平均 气温/℃	旬平均 湿度/%	椒园平均 病情指数
2012 年	7 月中旬	14.3	22.9	79	1.79
	7 月下旬	54.4	23.1	81	5.41
	8 月上旬	13.0	24.0	77	18.10
	8 月中旬	120.4	22.3	82	32.23
	8 月下旬	34.9	20.4	80	41.56
	9 月上旬	80.1	18.6	80	50.15
	9 月中旬	10.2	15.3	80	53.79
2013 年	7 月中旬	62.8	22.3	82	0.99
	7 月下旬	73.8	23.5	78	3.78
	8 月上旬	40.5	23.5	75	22.56
	8 月中旬	0	24.5	73	30.80
	8 月下旬	9.2	22.8	74	41.15
	9 月上旬	19.8	18.7	79	63.92
	9 月中旬	92.3	19.6	85	68.11
与病情相关系数 $r$		0.020 4	−0.716 0*	0.175 5	1

表 4  2 种杀菌剂对花椒锈病的防治试验  
Table 4  Effects of two fungicides control on pricklyash rust

杀菌剂	不同时间喷药后的病情指数与防治效果/%						平均防治效果/%
	喷药时间	25/7	5/8	20/8	4/9	19/9	
15%三唑酮	病情指数	0.87	3.14	2.54	1.30	2.91	78.9a
	防治效果	56.10	63.10	92.10	97.20	86.00	
43%戊唑醇	病情指数	1.07	2.64	3.52	4.24	2.30	76.82a
	防治效果	46.00	69.00	89.10	90.80	89.20	
CK	病情指数	1.98	8.51	32.26	45.89	21.32	—

理组与对照组间的数据分析结果表明,试验株喷施三唑酮、戊唑醇处理后,其防治效果与对照组相比呈现显著性差异,但 2 种药剂之间效果差异不明显,均有显著防治效果。

3  结论与讨论

3.1  花椒锈病流行的环境因素

本研究调查证明,凤县花椒锈病初侵染期在 7 月中下旬,日增病情最快,普遍发生期在 8—9 月上旬,在 9 月中旬达到高峰,9 月下旬至 10 月初,花椒锈病发病率和病情指数开始下降。该结果与岳晓丽<sup>[6]</sup>、曹支敏<sup>[7]</sup>等调查结论基本一致,但锈病的日增长最快速度明显提前。在夏、秋季多雨、湿度大的情况下有利于锈病的侵入和流行,病情指数与气温呈负相关,与相对湿度有一定的相关性,但与旬降水量的直接相关性不大,与前人研究结果有差异<sup>[6,10]</sup>,其原因有待进一步研究。花椒锈病流行的时间动态分析表明,该锈病发生符合 Gompertz 增长模型,较此前关于该锈病的流行 Logistic 时间动态模型更为确切<sup>[7]</sup>。凤县十里店 2 a 定点调查数据显示(表 2、图 1),不同的立地条件花椒锈病发病率和病情指数不同,相同时间河谷底花椒园比半山坡花椒园的发病率和病情指数高,此结果与岳晓丽<sup>[6]</sup>等调查结果相一致,这可能与 2 处花椒园内小气候不同而影响锈病发生有关<sup>[13]</sup>。

3.2  花椒锈病的化学防治

花椒锈病属于单年流行病害<sup>[7-9]</sup>,对于凤县大红袍等锈病高度感病花椒品种<sup>[3,5-6]</sup>,药剂防治是控制该锈病流行的必要措施之一。为筛选防治花椒锈病的化学药剂,本研究在凤县凤州镇白石铺花椒示范园区进行了田间化学防治试验,结果证明用 15%三唑酮和 43%戊唑醇 2 种药剂均有显著的防治效果,且 2 种处理之间没有明显的差异。三唑酮是花椒锈病防治的常规药剂<sup>[7,14]</sup>,而戊唑醇被首次证明对花椒锈病有好的防治效果,即唑醇类药剂可用于此锈病防治。依据花椒锈病在凤县的流行的时间动态(图 1),7 月中下旬为该病害防治的关键时期。

参考文献:

[1] 曹支敏,田呈明,梁英梅,等.陕甘两省花椒病害调查[J].西北林学院学报,1994,9(2):39-43.  
CAO Z M, TIAN C M, LIANG Y M, *et al.* An investigation of pricklyash diseases in Shaanxi and Gansu Provinces[J]. Journal of Northwest College of Forestry University, 1994, 9 (2):39-43. (in Chinese)

[2] 曹支敏,田呈明,梁英梅.花椒锈病的初步研究[J].陕西林业科技,1989(4):63-65.

[3] 钮绪艳,杨树勋.陕西凤县花椒锈病调查初报[J].植物保护,1988(1):27.

[4] 朱天辉,曾保清,杨启志.花椒叶锈病抗性研究[J].植物保护学报,2001,28(3):240-244.  
ZHU T H, ZENG B Q, YANG Q Z. Resistance of Chinese prickly-ash to leaf-rust[J]. Acta Phytophylacica Sinica, 2001, 28(3):240-244. (in Chinese)

[5] 赵俊侠,岳晓丽,康克功,等,花椒不同品种叶锈病抗病性研究[J].陕西农业科学,2009(4):6-7.

[6] 岳晓丽,曹支敏.陕西省花椒锈病寄主抗病性调查[J].中国森林病虫,2010,29 (129):19-21.

[7] 曹支敏,田呈明,梁英梅.花椒锈病流行规律及药剂防治研究[J].森林病虫通讯,1991(5):6-9.

[8] 方中达.植病研究方法 [M]. 3 版.北京:中国农业出版社,1998.

[9] MADDEN L V, HUGHES G, BOSCH F V D. The study of plant disease epidemics[M]. St. Paul: APS Press,2007.

[10] 张宗文.花椒锈病发病规律及防治研究[J].山东林业科技,2006(4):6-8.

[11] 王世吉.花椒锈病的发生与防治[J].农业科技通讯,1995, (11):73.

[12] WEINBERG S L, KNAPP A Z S. Statistics using SPSS: an integrative approach[M]. 2nd. New York: Cambridge University Press, 2008.

[13] 杨松,谢开立,陈留山,等.华山松疱锈病发生与林分因子关系的研究[J].林业科学研究,2003,16(2):209-215.  
YANG S, XIE K L, CHEN L S, *et al.* Study on relationship between forest factors and occurrence of *Pinus armandii* blister rust[J]. Forest Research, 2003,16(2):209-215. (in Chinese)

[14] 马玉敏,孙海伟,李冬梅,等.花椒病害防治技术研究[J].河北林业科技,2002(2):13-14.