

荔枝麻点病田间防治药剂筛选及评价

凌金锋¹, 彭埃天^{1*}, 姜子德^{2*}, 习平根^{2,3}, 宋晓兵¹,
程保平¹, 崔一平¹, 陈霞¹

- (1. 广东省农业科学院植物保护研究所, 广东省植物保护新技术重点实验室, 广州 510640;
2. 华南农业大学植物病理学系, 广东省微生物信号与作物病害防控重点实验室, 广州 510642;
3. 岭南现代农业科学与技术广东省实验室茂名分中心, 茂名 525000)

摘要 荔枝麻点病是我国大陆地区荔枝上普遍发生的一种新病害,其病原为暹罗刺盘孢 *Colletotrichum siamense*。为筛选防治该病的有效药剂并评价其农药残留安全性,于2012年—2018年分别在8个不同的果园开展了田间药剂防治试验,并于2016年和2018年分别对果实的农药残留量进行了检测。试验结果表明,250 g/L吡唑醚菌酯乳油125~250 mg/L、60%唑醚·代森联水分散粒剂300~800 mg/L的防效较好且较为稳定,对荔枝麻点病的防效为74.20%~92.52%;250 g/L啶菌酯悬浮剂166.7~250 mg/L、450 g/L咪鲜胺水乳剂250~450 mg/L、325 g/L苯甲·啶菌酯悬浮剂216.7~325 mg/L和62%多·锰锌可湿性粉剂885.7~1 240 mg/L的防效次之,但不同年份不同果园间防效波动较大,防效介于65.81%~92.62%之间;在挂果期田间施药3~4次后,荔枝果实中各药剂农药残留量均符合国家食品安全标准(GB 2763—2016);此6种药剂推荐用于荔枝麻点病的田间防治。

关键词 荔枝麻点病; 化学防治; 田间防治; 农药残留

中图分类号: S 436.671 文献标识码: B DOI: 10.16688/j.zwbh.2020188

Screening and evaluation of fungicides against litchi pepper spot disease in the field

LING Jinfeng¹, PENG Aitian^{1*}, JIANG Zide^{2*}, XI Pinggen^{2,3},
SONG Xiaobing¹, CHENG Baoping¹, CUI Yiping¹, CHEN Xia¹

- (1. *Plant Protection Research Institute, Guangdong Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of High Technology for Plant Protection of Guangdong Province, Guangzhou 510640, China*; 2. *Department of Plant Pathology, South China Agricultural University, Guangdong Province Key Laboratory of Microbial Signals and Disease Control, Guangzhou 510642, China*; 3. *Maoming Branch of Guangdong Laboratory for Lingnan Modern Agriculture, Maoming 525000, China*)

Abstract Litchi pepper spot disease, caused by *Colletotrichum siamense*, is a newly recorded disease and widespread in mainland China. In order to screen effective fungicides for controlling litchi pepper spot disease, and also to evaluate the safety of fungicide residue on fruit after field application, field evaluations were conducted in eight geographically distinct orchards from 2012 to 2018, and fungicides residues were determined in 2016 and 2018. The results indicated that pyraclostrobin 250 g/L EC at 125—250 mg/L, pyraclostrobin · metiram 60% WG at 300—800 mg/L reduced the disease incidence stably by 74.20%—92.52%. The following fungicides were azoxystrobin 250 g/L SC at 166.7—250 mg/L, prochloraz 450 g/L EW at 250—450 mg/L, difenoconazole · azoxystrobin 325 g/L SC at 216.7—325 mg/L and carbendazim · mancozeb 62% WP at 885.7—1 240 mg/L, which reduced the disease incidence by 65.81%—92.62%, but fluctuated greatly in different years or orchards. The

收稿日期: 2020-04-09 修订日期: 2020-07-02

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0202100);国家荔枝龙眼产业技术体系建设项目(CARS-32);广东省现代农业产业技术体系(2018LM1077,2019KJ107-4);广东省科技计划(2017A020208017);广东省乡村振兴战略专项(403-2018-XMZC-0002-90);广东省农业科学院院长基金(201709)

致 谢: 在试验过程中得到了国家荔枝龙眼产业技术体系深圳综合试验站、湛江综合试验站、茂名综合试验站和东莞市农业技术推广管理办公室等团队及单位的大力支持和帮助,特此致谢!

* 通信作者 E-mail: 彭埃天 pengait@163.com;姜子德 zdjiang@scau.edu.cn

residues of all fungicides on litchi fruits conformed to the National Food Safety Standard in China (GB 2763—2016). The above results suggest that all the six kinds of fungicide can be used for controlling litchi pepper spot disease in the field.

Key words litchi pepper spot disease; chemical control; field control effect; fungicide residue

荔枝麻点病(litchi pepper spot disease), 俗称为鸭头绿、黑点病、青鸡头; 该病在荔枝品种‘桂味’上极为常见, 具该病状的病果也被称之为胡须桂味。该病分别于 2002 年和 2017 年在澳大利亚和我国台湾被鉴定报道^[1-2], 但均没有病原菌接种田间荔枝果实且表现出与自然发病症状相同的文字描述。在我国大陆地区, 该病虽普遍发生于不同的荔枝产区, 但病原菌致病性直至近年才被本研究团队通过田间果实接种得到确定, 故正式报道荔枝麻点病为暹罗刺盘孢 *Colletotrichum siamense* Prihast, L. Cai & K. D. Hyde 引起的一种真菌病害是在 2019 年 7 月^[3]。该病侵染荔枝果实, 一般先在果蒂、果肩部位形成褐色至黑色芝麻点状小斑点, 斑点直径约 1 mm 或更小, 随着病情的发展, 麻点状小斑点逐渐增多, 聚集成大块黑斑, 严重时几乎遍布整个果面, 极大地影响荔枝果实外观和商品价值。由于荔枝果实处于转色期或成熟期时, 病斑周围果皮常不转色而保持一定的绿色, 故产区常称之为“鸭头绿”或“青鸡头”。通常果实背地面斑点比向地面斑点多, 树冠下部果实比树冠上部果实发病重, 内膛果实比树冠表面果实发病重。

由于该病只危害荔枝果实表皮形成黑点, 不引起果实腐烂, 一直以来未引起果农足够重视。近几年消

费者对荔枝果实外观品质的要求越来越高, 荔枝麻点病果的售价因此受到影响。病果售价比正常果实低 10%~50%, 发病重的果实甚至无人收购, 给果农带来严重的经济损失, 这才引起果农对荔枝麻点病的重视, 急切希望有一种能够防治该病的方法。然而, 针对该病的防治, 仅见澳大利亚有报道, 在荔枝非生产季节(冬春季)采取了几种化学防治措施, 但防效不明显^[4]; 在我国大陆地区, 由于对该病病因没有定论, 尽管果农通过加大农药使用剂量、增加药剂种类或施药次数来进行防治, 但防效不理想, 不仅无法有效控制病情, 还直接导致防治成本和农药残留风险的增加。因此, 本研究团队在对该病作出初步诊断后, 于 2012 年—2018 年先后进行了多次高效低毒防治药剂的田间筛选, 并对防效高、有推广前景的药剂处理后的果实进行了农药残留安全性评价, 以期为实现该病的绿色防控、助力荔枝产业绿色发展提供有力的技术支撑。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试荔枝品种为‘桂味’, 供试药剂见表 1, 施药器械为 Matabi Supergreen 16 型背负式喷雾器, 西班牙盖世堡公司生产。

表 1 供试药剂及其生产厂家

Table 1 Fungicides and their manufacturers

序号 No.	供试药剂 Fungicide	生产厂家 Manufacturer
1	25%咪鲜胺 EC prochloraz 25% EC	江苏辉丰农化股份有限公司
2	45%咪鲜胺 ME prochloraz 45% ME	深圳诺普信农化股份有限公司
3	450 g/L 咪鲜胺 EW prochloraz 450 g/L EW	美国富美实公司
4	450 g/L 咪鲜胺 EW prochloraz 450 g/L EW	江苏辉丰农化股份有限公司
5	250 g/L 吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 250 g/L EC	巴斯夫欧洲公司
6	30%吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 30% EC	东莞市瑞德丰生物科技有限公司
7	30%吡唑醚菌酯 SC pyraclostrobin 30% SC	深圳诺普信农化股份有限公司
8	250 g/L 啞菌酯 SC azoxystrobin 250 g/L SC	瑞士先正达作物保护有限公司
9	250 g/L 啞菌酯 SC azoxystrobin 250 g/L SC	江阴苏利化学股份有限公司
10	325 g/L 苯甲·啞菌酯 SC difenoconazole · azoxystrobin 325 g/L SC	瑞士先正达作物保护有限公司
11	60%唑醚·代森联 WG pyraclostrobin · metiram 60% WG	巴斯夫欧洲公司
12	62%多·锰锌 WP carbendazim · mancozeb 62% WP	广东大丰植保科技有限公司

1.2 试验方法

1.2.1 药剂初筛

分别于 2012 年、2013 年和 2015 年开展了药剂

初筛。

2012 年, 试验地点设在广州市增城区荔城街道群爱村百花林果园, 荔枝树龄 13 年, 种植密度约

为 40 株/667m², 供试药剂及剂量设置见表 2。分别于 2012 年 5 月 14 日(小果期)、5 月 31 日(中果期)和 6 月 11 日(膨大期)各施药 1 次, 共施 3 次药, 喷药液量以喷湿整个树冠至叶片欲滴为准(下同), 于第 3 次药后 16 d(6 月 27 日, 成熟期)调查 1 次。

2013 年, 试验地点设在 3 个果园: 1) 深圳市南山区深圳职业技术学院(深职院)荔枝园, 荔枝树龄 23 年, 种植密度约为 12 株/667m², 供试药剂及剂量设置见表 2。分别于 2013 年 5 月 15 日(小果期)、5 月 28 日(中果期)和 6 月 9 日(转色期)各施药 1 次, 共施 3 次药, 于第 3 次药后 9 d(6 月 18 日, 成熟期)调查 1 次。2) 湛江市廉江市新民镇李氏果园, 荔枝树龄 8 年, 种植密度约为 30 株/667m², 供试药剂及剂量设置见表 2。分别于 4 月 22 日(小果期)、5 月 3 日(中果期)、5 月 12 日(膨大期)和 5 月 22 日(转色期)各施药 1 次, 共施 4 次药, 于第 4 次药后 12 d(6 月 3 日, 成熟期)调查 1 次。3) 湛江市廉江市吉水镇梁氏果园, 荔枝树龄 17 年, 种植密度约为 40 株/667 m², 供试药剂及剂量设置见表 2。分别于 4 月 25 日(小果期)、5 月 6 日(中果期)、5 月 15 日(膨大期)和 5 月 27 日(转色期)各施药 1 次, 共施 4 次药, 于第 4 次药后 7 d(6 月 3 日, 转色期至成熟期)调查 1 次。

2015 年, 试验地点设在广州市增城区荔城街道群爱村罗氏果园, 荔枝树龄 8 年, 种植密度约为 40 株/667m², 供试药剂及剂量设置见表 2。分别于 5 月 12 日(小果期)、5 月 27 日(中果期)、6 月 5 日(膨大期)和 6 月 15 日(转色期)各施药 1 次, 共施 4 次药, 于第 4 次药后 9 d(6 月 24 日, 成熟期)调查 1 次。

1.2.2 药剂使用剂量筛选

根据药剂初筛结果, 分别于 2014 年、2016 年和 2018 年开展了药剂使用剂量的筛选。

2014 年, 试验地点设在阳江市阳西县儒洞镇华翔果园, 荔枝树龄 10 年, 种植密度约为 33 株/667m², 供试药剂及剂量设置见表 3。分别于 2014 年 4 月 28 日(小果期)、5 月 12 日(中果期)和 5 月 23 日(膨大期)各施药 1 次, 共施 3 次药, 于第 3 次药后 15 d(6 月 7 日, 转色期至成熟期)调查 1 次。

2016 年, 试验地点设在深圳市宝安区石岩街道料坑村曾氏果园, 荔枝树龄 15 年, 种植密度约为 40 株/667 m², 供试药剂及剂量设置见表 3。分别于

2016 年 5 月 11 日(小果期)、5 月 23 日(中果期)、6 月 7 日(膨大期)和 6 月 18 日(转色期)各施药 1 次, 共施 4 次药, 于第 4 次药后 10 d(6 月 28 日, 成熟期)调查 1 次。

2018 年, 试验地点设在东莞市大岭山镇大岭山森林公园内阿吉果园, 荔枝树龄 22 年, 种植密度约为 15 株/667m², 供试药剂及剂量设置见表 3。分别于 2018 年 5 月 11 日(小果期)、5 月 29 日(中果期、膨大期)和 6 月 10 日(转色期)各施药 1 次, 共施 3 次药, 于第 3 次药后 11 d(6 月 21 日, 成熟期)调查 1 次。

1.2.3 田间试验设计

每处理 4 个重复/小区, 每重复/小区根据树的大小选 1~2 株树, 小区随机区组排列, 试验过程中除栽培措施和害虫防治措施按当地常规操作外, 试验处理区所用杀菌剂及其施药方法均按本试验的要求进行, 于病害发生前或发病初期开始施药。

1.2.4 调查方法及药效计算方法

参照农药田间药效试验准则 GB/T 17980.100—2004^[5]稍作修改, 每小区调查 1 株荔枝树, 每株按东、南、西、北、中五点取样, 每点调查果实不少于 30 个, 记录总果数、各级病果数, 计算病情指数及防治效果。

病果分级标准: 0 级, 无病; 1 级, 病斑占果实表面积 11% 以下; 3 级, 病斑占果实表面积 11%~25%; 5 级, 病斑占果实表面积 26%~50%; 7 级, 病斑占果实表面积 50% 以上。

$$\text{病情指数} = \frac{\sum(\text{各级病果数} \times \text{相对级值})}{\text{调查总果数} \times \text{最高级值}} \times 100;$$

$$\text{防治效果} = \frac{\text{对照区病情指数} - \text{施药区病情指数}}{\text{对照区病情指数}} \times 100\%。$$

1.2.5 农药残留安全性评价

分别于 2016 年和 2018 年试验调查结束后, 从各处理区随机摘取 2 kg 新鲜荔枝果实, 当天即送广东省农业科学院农产品公共监测中心/农业农村部农产品及加工品质量监督检验测试中心(广州), 并委托其对相应杀菌剂有效成分进行农药残留量检测, 具体参照《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》(GB 2763—2014^[6]和 GB 2763—2016^[7])进行。将测定结果与荔枝中相应药剂最大残留限量进行比较, 若测定值小于或等于最大残留限量, 则判定农药残留符合国家食品安全标准。

表2 荔枝麻点病田间防治药剂初筛防治效果¹⁾

Table 2 Preliminary screening and evaluation of fungicides against litchi pepper spot disease in the field		广州市百花林果园(2012年)		深圳市深职院荔枝园(2013年)		湛江市李氏果园(2013年)		湛江市梁氏果园(2013年)		广州市罗氏果园(2015年)	
药剂处理	稀释倍数/ Dilution	有效剂量/ mg · L ⁻¹	Baihualin orchard in Guangzhou(2012)	Shenzhen Polytechnic orchard in Shenzhen(2013)	Li's orchard in Zhanjiang(2013)	Liang's orchard in Zhanjiang(2013)	Luo's orchard in Guangzhou(2015)				
Fungicide treatment	fold	Effective dosage	第3次药后16 d 16 days after the 3rd spray	第3次药后9 d 9 days after the 3rd spray	第4次药后12 d 12 days after the 4th spray	第4次药后7 d 7 days after the 4th spray	第4次药后9 d 9 days after the 4th spray				
			ADI	ACE/%	ADI	ACE/%	ADI	ACE/%	ADI	ACE/%	ACE/%
60%唑醚·代森联 WG pyraclostrobin · metiram 60% WG	1 000	600	—	(5.51±0.40)bc	(85.19±1.07)a	(5.18±0.12)b	(90.46±0.22)b	(2.45±0.23)c	(87.81±1.16)a	—	—
62%多·锰锌 WP carbendazim · mancozeb 62% WP	800	775	(10.20±0.53)c	(66.20±1.75)b	—	—	—	—	—	—	—
250 g/L吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 250 g/L EC	500	1 240	—	(8.18±1.39)b	(77.99±3.75)b	(8.67±1.31)b	(84.01±2.41)d	(5.80±1.67)b	(71.07±8.31)b	—	—
250 g/L吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 250 g/L EC	1 500	166.7	—	—	—	—	—	—	—	(4.65±0.62)c	(84.75±2.04)a
250 g/L啶菌酯 SC(先正达) azoxystrobin 250 g/L SC (Syngenta)	1 000	250	(3.86±0.38)d	(87.20±1.26)a	(4.18±0.63)c	(88.75±1.70)a	(3.47±1.01)b	(93.60±1.86)a	(1.85±0.30)c	(90.81±1.51)a	—
25%咪鲜胺 EC prochloraz 25% EC	1 000	250	—	(7.73±0.94)b	(79.22±2.52)b	(7.30±0.32)b	(86.56±0.58)c	(5.60±1.36)b	(72.11±6.77)b	(6.51±0.13)b	(78.67±0.44)b
450 g/L咪鲜胺 EW(富美实) prochloraz 450 g/L EW (FMC)	1 000	450	—	—	—	—	—	—	—	(5.00±0.87)bc	(83.60±2.87)a
对照 Control	0	0	(30.18±5.08)a	(37.17±3.32)a	(54.26±10.46)a	(20.06±2.91)a	(30.49±1.88)a	—	—	—	—

1) ADI, 平均病指。ACE, 平均防效。—, 表示未安排该药剂处理。表中数据为平均值±标准差。同列数据后不同小写字母者表示在0.05水平上差异显著(Duncan氏新复极差法)。下同。
ADI, average disease index. ACE, average control efficacy. —, indicates this fungicide treatment has not been applied that year. Data are presented as mean±SD. Data in the same column followed by different lowercase differ significantly ($P < 0.05$) according to Duncan's multiple range test. The same below.

表3 田间各供试药剂处理对荔枝麻点病的防治效果
Table 3 Control effect of fungicides at different dosage on litchi pepper spot disease in the field

药剂处理 Fungicide treatment	稀释倍数/倍 Dilution fold	有效剂量/ mg · L ⁻¹ Effective dosage	阳江市华翔果园(2014年) Huaxiang orchard in Yangjiang(2014)		深圳市曾氏果园(2016年) Zeng's orchard in Shenzhen(2016)		东莞市阿吉果园(2018年) Aji orchard in Dongguan(2018)	
			第3次药后15 d 15 days after the 3rd spray	ACE/%	第4次药后10 d 10 days after the 4th spray	ACE/%	第3次药后11 d 11 days after the 3rd spray	ACE/%
			ADI	ADI	ADI	ADI	ADI	ADI
250 g/L 吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 250 g/L EC	2 000 1 500	125 166.7	(5.16±0.28)d (3.20±0.20)f	(74.20±1.42)e (83.98±1.00)c	— —	— —	— —	— —
30%吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 30% EC	1 000 1 200	250 250	(1.63±0.21)h —	(91.83±1.03)a —	— —	— —	(1.59±0.68)h (92.52±3.19)a	(1.84±0.27)h (91.34±1.26)a
30%吡唑醚菌酯 SC pyraclostrobin 30% SC	1 000 1 200	250 250	— —	— —	— —	— —	(1.89±0.28)h (91.14±1.33)a	— —
250 g/L 啶菌酯 SC(先正达) azoxystrobin 250 g/L SC(Syngenta)	1 500 1 000	166.7 250	(6.06±0.16)c (4.48±0.21)e	(69.70±0.82)f (77.58±1.05)d	(13.23±1.76)bc (9.02±0.50)cde	(73.49±3.54)e (81.92±1.00)d	— (4.58±0.42)fg	— (78.48±1.94)cd
250 g/L 啶菌酯 SC(苏利) azoxystrobin 250 g/L SC(Suli)	750 1 000	333.3 250	(3.25±0.14)f —	(83.73±0.71)c —	(7.18±0.71)def —	(85.61±1.42)c —	— (4.73±0.49)efg	— (77.76±2.32)cde
450 g/L 咪鲜胺 EW(富美实) prochloraz 450 g/L EW(FMC)	2 000 1 800 1 500	225 250 300	— — —	— — —	(10.28±1.30)bcd —	(79.39±2.61)d —	— (7.27±0.87)bcd	— (65.81±4.08)hi
450 g/L 咪鲜胺 EW(辉丰) prochloraz 450 g/L EW(Huifeng)	1 000 1 000	450 450	— —	— —	(5.70±0.39)def (3.68±1.07)f	(88.57±0.78)bc (92.62±2.15)a	— —	(5.51±0.32)cdef (74.11±1.48)ef
25%咪鲜胺 EC prochloraz 25% EC	1 000 1 800	250 250	— —	— —	— —	— —	(7.55±0.71)bc (5.86±0.50)bcdef	(64.53±3.33)i (72.46±2.37)f
45%咪鲜胺 ME prochloraz 45% ME	1 000 1 000	250 450	— —	— —	— —	— —	(6.71±0.72)bcde (7.76±0.49)b	(68.45±3.41)gh (63.53±2.29)i
60%唑醚·代森联 WG pyraclostrobin · metiram 60% WG	2 000 1 500 1 000	300 400 600	(5.09±0.14)d (4.25±0.05)e (3.38±0.19)f	(74.56±0.73)e (78.75±0.23)d (83.06±0.96)c	— — —	— — —	(5.97±0.54)bcdef (2.95±0.85)gh	(71.94±2.53)fg (86.13±3.99)b
325 g/L 苯甲·啶菌酯 SC difenoconazole · azoxystrobin 325 g/L SC	750 2 000 1 500	800 162.5 216.7	(2.23±0.13)g — —	(88.84±0.65)b — —	— — —	— — —	— — —	— — —
62%多·锰锌 WP carbendazim · mancozeb 62% WP	1 000 900 700	325 688.9 885.7	— — —	— — —	(14.67±1.40)b (9.96±0.26)bcd	(70.60±2.81)e (80.03±0.53)d	— — —	— — —
对照 Control	500 0	1 240 0	(3.15±0.10)f (19.99±0.67)a	(84.26±0.53)c —	(4.74±1.09)ef (49.89±9.23)a	(90.51±2.19)ab —	(5.25±0.41)def —	(75.32±1.93)def (79.60±3.16)c

1.3 数据分析

采用 Excel 2010 软件对数据进行统计,计算各处理病情指数和防治效果;采用 DPS 7.05 软件^[8]进行方差分析,用 Duncan 氏新复极差法(Duncan's multiple range test,DMRT)进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 药剂初筛

2012 年、2013 年和 2015 年在 5 个不同果园开展了田间药剂初筛,试验结果表明(表 2):60%唑醚·代森联 WG、250 g/L 吡唑醚菌酯 EC、250 g/L 啞菌酯 SC 和 62%多·锰锌 WP 对荔枝麻点病的防效普遍较好,达到 66.20%~93.60%,因此被选作下一步使用剂量筛选试验的候选药剂;虽然 25%咪鲜胺 EC 在 2012 年防效不明显,但在 2015 年 450 g/L 咪鲜胺 EW 却表现出较好防效,达 83.60%,因此仍将咪鲜胺作为候选药剂。

从防效的稳定性来看,不同年份不同果园之间,60%唑醚·代森联 WG 600 mg/L 的平均防效介于 85.19%~90.46%,250 g/L 吡唑醚菌酯 EC 250 mg/L 的平均防效介于 87.20%~93.60%,两者的防效较为稳定;62%多·锰锌 WP 1 240 mg/L 的平均防效介于 71.07%~84.01%,250 g/L 啞菌酯 SC 250 mg/L 的平均防效介于 72.11%~86.56%,两者的防效波动较大。

2.2 药剂使用剂量筛选

2014 年、2016 年和 2018 年在 3 个不同果园开展了药剂使用剂量筛选,试验结果表明(表 3):250 g/L 吡唑醚菌酯 EC 125~250 mg/L 的平均防效介于 74.20%~92.52%,250 g/L 啞菌酯 SC 166.7~333.3 mg/L 的平均防效介于 69.70%~85.61%,供试咪鲜胺 225~450 mg/L 的平均防效介于

63.53%~92.62%,60%唑醚·代森联 WG 300~800 mg/L 的平均防效介于 74.56%~88.84%,325 g/L 苯甲·啞菌酯 SC 162.5~325 mg/L 的平均防效介于 70.60%~90.51%,62%多·锰锌 WP 688.9~1 240 mg/L 的平均防效介于 59.22%~84.26%。

从 2018 年的试验结果还可看出(表 3),在相同有效成分剂量前提下,不同有效成分总含量、不同剂型、不同生产厂家的药剂间防效差异不显著,如:吡唑醚菌酯 250 mg/L、啞菌酯 250 mg/L、咪鲜胺 250 mg/L 和咪鲜胺 450 mg/L。

从防效的稳定性来看,不同年份不同果园之间,60%唑醚·代森联 WG 600 mg/L 的平均防效介于 83.06%~86.13%,250 g/L 吡唑醚菌酯 EC 250 mg/L 的平均防效介于 91.83%~92.52%,250 g/L 啞菌酯 SC(先正达)250 mg/L 的平均防效介于 77.58%~81.92%,62%多·锰锌 WP 1 240 mg/L 的平均防效介于 79.60%~84.26%,此 4 种药剂防效均较为稳定,但综合药剂初筛试验结果(表 2)来看,后两者防效的波动仍较大;450 g/L 咪鲜胺 EW(富美实)450 mg/L 的平均防效介于 74.11%~92.62%,325 g/L 苯甲·啞菌酯 SC 325 mg/L 的平均防效介于 75.32%~90.51%,表现出较大的波动。

2.3 农药残留安全性评价

2 年 2 地的农药残留分析结果表明(表 4),在果实发育期田间施药 3~4 次后,根据我国《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》(GB 2763—2016)^[7],除代森联在荔枝上尚没有制定相应的最大残留限量而无法作出评价外(2018 年该药剂未被检出),其他供试药剂实测值均低于国家标准规定的最大残留限量,符合国家食品安全标准。

表 4 田间各供试药剂使用剂量处理后的荔枝农药残留检测结果¹⁾

Table 4 Fungicide residues on litchi fruits treated by field sprays with different fungicides dosage

药剂处理 Fungicide treatment	稀释倍数/倍 Dilution fold	最大残留限量/ mg·kg ⁻¹ Maximum residue limit	残留量/mg·kg ⁻¹ Residue amount	
			深圳市曾氏果园(2016 年) Zeng's orchard in Shenzhen(2016)	东莞市阿吉果园(2018 年) Aji orchard in Dongguan(2018)
250 g/L 吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 250 g/L EC	1 000	0.1	—	UD(<0.005*)
30%吡唑醚菌酯 EC pyraclostrobin 30% EC	1 200	0.1	—	UD(<0.005*)
30%吡唑醚菌酯 SC pyraclostrobin 30% SC	1 200	0.1	—	0.012

续表 4 Table 4(Continued)

药剂处理 Fungicide treatment	稀释倍数/倍 Dilution fold	最大残留限量/ mg · kg ⁻¹ Maximum residue limit	残留量/mg · kg ⁻¹ Residue amount	
			深圳市曾氏果园(2016年) Zeng's orchard in Shenzhen(2016)	东莞市阿吉果园(2018年) Aji orchard in Dongguan(2018)
250 g/L 嘧菌酯 SC(先正达) azoxystrobin 250 g/L SC(Syngenta)	1 500		UD(<0.001*)	—
	1 000	0.5	0.052	UD(<0.01*)
	750		0.080	—
250 g/L 嘧菌酯 SC(苏利) azoxystrobin 250 g/L SC(Suli)	1 000	0.5	—	UD(<0.01*)
450 g/L 咪鲜胺 EW(富美实) prochloraz 450 g/L EW(FMC)	2 000		UD(<0.001*)	—
	1 800	2	—	UD(<0.038*)
	1 500		UD(<0.001*)	—
	1 000		UD(<0.001*)	UD(<0.038*)
450 g/L 咪鲜胺 EW(辉丰) prochloraz 450 g/L EW(Huifeng)	1 800	2	—	UD(<0.038*)
	1 000		—	UD(<0.038*)
25%咪鲜胺 EC prochloraz 25% EC	1 000	2	—	UD(<0.038*)
45%咪鲜胺 ME	1 800	2	—	UD(<0.038*)
prochloraz 45% ME	1 000		—	UD(<0.038*)
60%唑醚·代森联 WG pyraclostrobin · metiram 60% WG	1 000	0.1/NS	—	UD(<0.005*)/UD(<0.01*)
325 g/L 苯甲·嘧菌酯 SC	2 000		UD(<0.038*)/UD(<0.001*)	—
difenoconazole · azoxystrobin 325 g/L SC	1 500	0.5/0.5	UD(<0.038*)/UD(<0.001*)	—
	1 000		UD(<0.038*)/UD(<0.001*)	UD(<0.038*)/UD(<0.01*)
62%多·锰锌 WP carbendazim · mancozeb 62% WP	500	0.5/5	—	0.29/UD(<0.01*)

1) 最大残留限量参考食品安全国家标准(GB 2763—2016)^[7]。—,表示未安排该药剂处理。NS,表示未制定。UD,表示未检出。*,表示检测下限。表中“/”左右两侧的数值表示前后两个有效成分的最大残留限量或实测值。
The maximum residue limit is referred to National food safety standard(GB 2763—2016)^[7]. —, indicates this fungicide treatment has not been applied that year. NS, indicates the maximum residue limit was not specified. UD, indicates the residue was unable to be detected. *, indicates lower limit of detection. The values on the left and right sides of “/” in the table are shown as the maximum residue limit or detected value of corresponding active ingredient.

3 结论与讨论

荔枝麻点病是在我国大陆地区近期才报道的一种新病害^[3],在国内尚未有针对该病的防治报道。在澳大利亚,有学者曾做过一些防治试验,但效果不明显^[4]。本研究团队7年的田间防治药剂筛选试验结果表明:吡唑醚菌酯和唑醚·代森联2种药剂防效较好且较为稳定,其次是嘧菌酯、咪鲜胺、苯甲·嘧菌酯和多·锰锌4种药剂,但不同年份不同果园间的防效波动较大;在果实发育期间田间施药3~4次后,荔枝果实中各药剂农药残留量均符合国家食品安全标准(GB 2763—2016)^[7]。本研究同时还对其他一些三唑类或甲氧基丙烯酸酯类药剂单剂进行了田间防效试验,如苯醚甲环唑、戊唑醇、氟环唑、氟硅唑、腈苯唑、丙环唑、溴菌腈、醚菌酯等,但效果一般或不明显(数据未显示)。综上

所述,防治荔枝麻点病建议在荔枝挂果期于该病发病前或发病初期开始施药,药剂首选250 g/L吡唑醚菌酯 EC 125~250 mg/L和60%唑醚·代森联 WG 300~600 mg/L,其次是250 g/L嘧菌酯 SC 166.7~250 mg/L、450 g/L咪鲜胺 EW 225~450 mg/L、325 g/L苯甲·嘧菌酯 SC 216.7~325 mg/L和62%多·锰锌 WP 885.7~1 240 mg/L,相同有效成分情况下,不同剂型或不同厂家药剂均可使用。一般每隔10~15 d施药1次,连续施药3~4次,最后一次施药于采果前10~20 d进行,以保证果品农药残留安全。施药次数和施药间隔期可根据田间实际天气情况及病害发生程度作适当改变,如遇连续多雨天气、病害迅速发展期,施药次数应适当增加,施药间隔期则应适当缩短。施药时应尽可能将每穗果实都喷施到位,均匀着药,特别是当荔枝掉头后,部分果穗交叉重叠或聚集在树冠枝叶中,施药时应重

点喷施。

在防治荔枝麻点病的同时,还应注意霜疫霉病及炭疽病的危害。霜疫霉病和炭疽病是目前荔枝上最主要的两大病害^[9]。研究表明,荔枝麻点病是炭疽病的一种,但并非所有荔枝品种均产生此种症状^[3]。本研究所推荐的药剂中,吡唑醚菌酯、啞菌酯、啞醚·代森联、苯甲·啞菌酯和多·锰锌具有兼防霜疫霉病和炭疽病的作用,咪鲜胺则不能兼防霜疫霉病,所以在使用咪鲜胺时还应搭配使用防治霜疫霉病的药剂。

在本研究中,啞菌酯、咪鲜胺、苯甲·啞菌酯和多·锰锌的防效波动较大,造成这一现象的原因可能是此类药剂受环境因素影响较大,如咪鲜胺 250 mg/L,2012 年最后一次施药至调查结果期间雨日超过 10 d,2018 年则仅有 3 d。另据文献报道,在荔枝上,施药后 14 d,啞菌酯的降解率达到 81%~98%^[10],咪鲜胺和多菌灵的降解率达到 98%以上^[11],反映了各药剂在荔枝上的持效性,从而导致防效波动程度的差异。

在实际生产中,部分果农或是不能准确识别病害,或是不熟悉药剂的防治对象,用药不对症;或是不了解病害发生规律,没有根据实际病害发生情况用药,防治不及时;或是施药方法不当,药液未喷施到位,施药不均匀、不彻底等等,导致防治效果不理想。

从农药登记情况来看,本研究推荐的药剂中仅 60%啞醚·代森联 WG、250 g/L 啞菌酯 SC、25%咪鲜胺 EC 和 62%多·锰锌 WP 有在荔枝上登记^[12],部分供试药剂尚未在荔枝上登记,可选有效药剂偏少。因此,有必要进一步加强农药登记工作,避免在农药使用中产生违规用药问题。

吡唑醚菌酯和啞菌酯同属甲氧基丙烯酸酯类药剂,具有高抗性风险^[13]。因此,在使用此类药剂时建议与其他作用位点不同的药剂(如咪鲜胺、多·锰锌等)轮换用药,或使用复配制剂(如啞醚·代森联,苯甲·啞菌酯等),避免长期、单一使用甲氧基丙烯酸酯类药剂,从而降低此类药剂的抗性风险,延长其使用寿命。

关于荔枝果实中农药最大残留限量问题,由于食品安全国家标准(GB 2763—2019)^[14]已于 2020 年 2 月 15 日实施,虽然该标准规定的最大残留限量

值没有改变,但其测定部位已由果肉改为全果,因此,在实施 GB 2763—2019 后,本研究所推荐的药剂使用安全性仍有待进一步评价。

参考文献

- [1] COOKE A W, COATES L M. Pepper spot: a preharvest disease of lychee caused by *Colletotrichum gloeosporioides* [J]. Australasian Plant Pathology, 2002, 31: 303 - 304.
- [2] NI H F, HUANG C W, WU C J, et al. First report of pepper spot disease of lychee caused by *Colletotrichum siamense* in Taiwan [J]. Journal of Plant Pathology, 2017, 99(3): 808.
- [3] LING J F, SONG X B, XI P G, et al. Identification of *Colletotrichum siamense* causing litchi pepper spot disease in mainland China [J]. Plant Pathology, 2019, 68(8): 1533 - 1542.
- [4] DREW H J. Lychee pepper spot in Australia (Its impact and control) [R]. Rural Industries Research and Development Corporation Publication No 01/163. Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 2001.
- [5] 农业部农药检定所. 农药田间药效试验准则(二)第 100 部分: 杀菌剂防治荔枝霜疫霉病:GB/T 17980.100 - 2004 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 中华人民共和国农业部. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量:GB 2763—2014 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会, 中华人民共和国农业部, 国家食品药品监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量: GB 2763—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [8] 唐启义. DPS 数据处理系统: 实验设计、统计分析及数据挖掘 [M]. 第 2 版. 北京: 科学出版社, 2010: 82 - 84.
- [9] 姜子德, 习平根, 洗继东, 等. 对未来五年我国荔枝植保研究的思考[J]. 中国热带农业, 2011(5): 61 - 63.
- [10] 王思威, 刘艳萍, 孙海滨. 啞菌酯在荔枝上的消解动态及最终残留的研究[J]. 福建农业学报, 2014, 29(2): 168 - 171.
- [11] 刘艳萍, 王思威, 孙海滨. 我国荔枝农药残留现状及最大残留限量制定分析[J]. 中国热带农业, 2016(4): 31 - 34.
- [12] 中华人民共和国农业农村部农药检定所. 中国农药信息网, 农药登记数据[DB/OL]. (2019-10-21)[2020-04-09]. <http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [13] 柏亚罗, 万红梅. 甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂的抗性剖析[J]. 农药, 2009, 48(2): 88 - 95.
- [14] 中华人民共和国国家卫生健康委员会, 中华人民共和国农业农村部, 国家市场监督管理总局. 食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量: GB 2763—2019 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2019.

(责任编辑: 田 喆)