

防治加工番茄细菌性斑点病的 药剂筛选及抗病性鉴定

司天桃¹, 薛林², 桑艳朋³, 杨德松¹

(1. 石河子大学 农学院, 新疆绿洲农业病虫害治理与植保资源利用自治区普通高校重点实验室, 新疆 石河子 832000;
2. 新疆石河子蔬菜研究所, 新疆 石河子 833000; 3. 新疆石河子科技局, 新疆 石河子 833000)

摘 要:以 14 种加工番茄为试材, 采用室内毒力测定与田间药剂防效试验, 研究了 5 种药剂对加工番茄细菌性斑点病的防治效果及番茄抗病性。结果表明: 30% 烯酰·咪鲜胺抑菌效果较好, 抑菌率为 73.88%; 6% 春雷霉素、56.7% 氢氧化铜、30% 烯酰·咪鲜胺和 47% 春雷王铜毒力相对较强, EC_{50} 分别为 8.7、9.6、10.4、10.9 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。田间药剂防效试验表明, 56.7% 氢氧化铜、47% 春雷王铜和 30% 烯酰·咪鲜胺对细菌性斑点病的防效均在 60.00% 以上, 其中 30% 烯酰·咪鲜胺防效较高为 69.66%。供试的 14 种加工番茄品种中, 有 1 个抗病品种、9 个耐病品种、4 个感病品种。

关键词:番茄细菌性斑点病; 毒力; 防效; 品种抗性

中图分类号:S 436.412.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)22-0127-04

1992 年金潜等^[1] 在新疆首次发现了番茄细菌性斑点病菌株 (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young, Dye & Wilkie), 随着加工番茄种植面积不断扩大, 细菌性斑点病在新疆番茄种植区日益严重, 已成为影响新疆番茄生产的一个重要病害。据国外文献报道, 番茄抗病品种 ‘Ontario 7710’ 抗细菌性斑点病的基因是由半显性基因控制的^[2-3], 利用回交育种有可能保留该抗病基因; 已有研究报道该基因已被成功导入易感品种中^[4-5], 利用转基因技术和传统育种方式相结合培育加工番茄抗病品种具有良好的发展前景。在有利于病害

流行的条件下, 利用栽培管理措施控制该病的效果不是很理想^[6-7], 种植抗病或耐病品种, 喷施化学药剂是防治该病害的有效措施。近年来, 新疆加工番茄品种频繁更换, 防治药剂种类繁多。因此有必要对当前所种植品种的抗病性和防治药剂进行研究, 为防治提供理论依据。该研究通过室内抑菌和田间试验, 拟筛选出对加工番茄细菌性斑点病具有良好防效的药剂和抗病品种, 以期为新疆加工番茄细菌性斑点病的有效防治提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试加工番茄品种: “石红 9 号” “里格尔 87-5” “石红 18” “石红 305” “石红 208” “石红 096” “石红 45” “石红 666” “金红宝 87-5” “屯河 9” “天红 8” “冰湖 1” “石番 36” “737”。

供试药剂: 30% 烯酰·咪鲜胺悬浮剂 (江苏辉丰农化股份公司); 22.5% 异菌脲悬浮剂 (江苏辉丰农化股份

第一作者简介:司天桃(1988-), 女, 硕士研究生, 研究方向为农药毒理学。E-mail: 1643624740@qq.com.

责任作者:杨德松(1977-), 男, 博士, 副教授, 研究方向为农药毒理学。E-mail: yds_agr@shzu.edu.cn.

基金项目:兵团博士资金资助项目(2011BB007)。

收稿日期:2016-07-21

Abstract: *Liocola brevitarsis* Lewis was used as research object, the comparative method was adopted to study the influence of different habitats on population dynamics and female and male ratio of *Liocola brevitarsis* Lewis. The results showed that different habitats had large impact on the population number, and population growth rate was positive only in May/June, others were negative. The population dynamics all had two peaks except vineyard habitat; the average of female and male ratio of *Liocola brevitarsis* Lewis was 0.85 : 1. Female and male ratio was not only affected by habitat, but also by the population number.

Keywords: *Liocola brevitarsis* Lewis; habitat; population dynamics; female and male ratio

公司);6%春雷霉素可湿性粉剂(上海杜邦农化有限公司);56.7%氢氧化铜水分散粒剂(天津中农住农农用化学有限公司);47%春雷·王铜可湿性粉剂(广东省江门市植保有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 不同药剂对病原菌的室内毒力测定 采用抑菌圈法^[8];病原细菌在 KB 培养基上生长 2 d 后配制成浓度为 1×10^8 cfu \cdot mL⁻¹ 菌悬液。取 200 μ L 菌悬液于 KB 培养基平板上涂匀,用打孔器 ($d=5$ mm) 在平板正中间打取菌饼,并将菌饼扣除,再取 50 μ L 预先配制好的不同浓度的各药剂注入孔中,置于 27 $^{\circ}$ C 培养箱中培养,以注入 50 μ L 无菌水的培养基平板为空白对照,每处理重复 3 次,接种 7 d 后检查抑菌情况,并用十字交叉法测量不同浓度药剂对供试菌株的抑菌圈直径,与对照菌落直径比较,计算药剂的抑菌率,求得不同杀菌剂对供试菌株的毒力回归方程 $y=ax+b$,以及相关系数 R^2 , EC_{50} 。抑制率(%)=(处理净抑菌圈直径-对照净抑菌圈直径)/处理净抑菌圈直径 \times 100,净抑菌圈直径=抑菌圈直径-菌饼直径。

1.2.2 不同药剂对细菌性斑点病的田间防效 试验地设在石河子大学农学院试验田,面积为 500 m²。加工番茄种植采用覆膜滴灌方式,管理水平同一般大田,栽培品种为“石番 36”。5 种药剂均依照使用说明推荐浓度,整个药剂试验设 6 个处理:6%春雷霉素可湿性粉剂 101.2 g;22.5% 异菌脲悬浮剂 150.0 g;30% 烯酰·咪鲜胺悬浮剂 135.0 g;56.7%氢氧化铜可湿性粉剂 60.0 g;47% 春雷王铜可湿性粉剂 60.0 g;空白对照(CK)喷清水;每处理重复 3 次,随机排列。试验于 6 月 14 日施第 1 次药,14 d 后再施 1 次,共施药 2 次。分别在施药前(6 月 13 日),第 1 次施药 7 d 后(6 月 21 日)、14 d 后(6 月 29 日)调查植株的病级,每个处理小区随机选取 5 点,每点调查 6 株。加工番茄细菌性斑点病病情分级标准^[8]:0 级,植株叶片上无病斑;1 级,植株发病叶片小于 25%;2 级,植株发病叶片超过 25%,小于 50%;3 级,植株发病叶片超过 50%,小于 75%;4 级,植株发病叶片超过 75%。反应型划分标准^[8]:免疫(I),0;抗病(R),0.1~20.0;耐病(T),20.1~40.0;感病(S),40.1~60.0;高感(HS),60.1 以上。计算病情指数和防效:病情指数= \sum (各级叶片数 \times 相对级数值)/(调查总叶片数 \times 最高病级值) \times 100,防治效果(%)=[1-(对照区药前病情指数 \times 处理区药后病情指数)/(对照区药后病情指数 \times 处理区药前病情指数)] \times 100。

1.2.3 加工番茄抗细菌性斑点病的田间测定 试验采用覆膜滴灌种植方式在石河子大学农学院试验田中进行,2015 年 4 月 28 日播种,按常规的肥水进行管理,2015

年 7 月 27 日,在番茄细菌性斑点病病进入自然发病高峰期,从试验地各品种小区随机抽取 5 个样点,每样点取 6 株,共 30 株,调查发病情况,计算发病率和病情指数,评价供试品种对番茄细菌性斑点病的抗病性。病情分级标准及反应型划分标准同上。

1.3 数据分析

试验数据均采用 Excel 2003 软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 不同药剂对病原菌的抑制效果

由表 1 可知,每种药剂的抑制效果均随着浓度的降低而下降,30% 烯酰·咪鲜胺 50.00 mg \cdot mL⁻¹ 对病原菌的抑制作用最强达到 73.88%,其次是 6% 春雷霉素 20.00 mg \cdot mL⁻¹ 的抑菌率为 63.77%,56.7% 氢氧化铜颗粒剂 1.00 mg \cdot mL⁻¹ 对病原菌的抑制作用最弱仅为 14.89%。其中,30% 烯酰·咪鲜胺和 22.5% 异菌脲对病原菌的速效性较差,第 3 天后才出现抑菌圈。

表 1 不同药剂对病原菌的抑制作用

Table 1 Inhibition of different pesticides on pathogen

供试药剂 Tested fungicides	浓度 Concentration /(mg \cdot mL ⁻¹)	抑菌圈直径 The antibacterial circle diameter/mm	抑菌率 Inhibitory rate/%
30% 烯酰·咪鲜胺 30% dimethomorph+prochloraz	50.00	18.27	73.88
	25.00	14.09	68.15
	16.67	10.95	61.87
	12.50	7.72	52.20
	10.00	6.36	46.48
6% 春雷霉素 6% kasugamycin	20.00	11.78	63.77
	10.00	9.16	57.05
	3.33	3.65	29.68
	2.00	2.64	20.38
	1.25	2.30	16.67
22.5% 异菌脲 22.5% iprodione	50.00	6.90	48.92
	25.00	5.74	43.39
	16.67	4.88	38.44
	12.50	4.47	35.82
	10.00	3.69	30.03
56.7% 氢氧化铜 56.7% copper hydroxide	20.00	10.20	59.99
	10.00	8.73	55.71
	2.50	3.08	24.78
	1.43	2.64	20.45
	1.00	2.14	14.89
47% 春雷·王铜 47% kasugamycin copper+hydroxide	20.00	8.91	56.29
	10.00	6.89	48.86
	2.50	4.31	34.67
	1.43	3.66	29.77
	1.00	2.57	19.68

由表 2 可知,各药剂抑菌最低浓度从小至大依次为 6% 春雷霉素、56.7% 氢氧化铜、30% 烯酰·咪鲜胺、47% 春雷·王铜、22.5% 异菌脲,其中 22.5% 异菌脲毒性明显低于其它 4 种药剂, EC_{50} 为 49.5 mg \cdot mL⁻¹,6% 春雷霉素毒性相对较高, EC_{50} 为 8.7 mg \cdot mL⁻¹。

表 2 不同药剂对病原菌的毒力回归方程

Table 2 Toxic regression equation of different pesticides on pathogen

供试药剂 Tested fungicides	毒力回归方程 Toxic regression equation	EC ₅₀ /(mg·mL ⁻¹)	相关系数(R ²) Correlation coefficient
30%烯酰·咪鲜胺 30% dimethomorph+prochloraz	y=1.038 1x+3.944 2	10.4	0.931 8
22.5%异菌脲 22.5% iprodione	y=0.668 7x+3.866 6	49.5	0.949 2
6%春雷霉素 6% kasugamycin	y=1.154 7x+3.914 6	8.7	0.986 0
56.7%氢氧化铜 56.7% copper hydroxide	y=1.044 1x+3.974 2	9.6	0.979 3
47%春雷·王铜 47% kasugamycin copper+hydroxide	y=0.705 5x+4.268 2	10.9	0.958 1

2.2 不同药剂对加工番茄细菌性斑点病的田间防效

由表 3 可知,5 种供试药剂均对加工番茄细菌性斑点病具有一定的防效,但同种药剂对加工番茄细菌性斑点病的防效有差异,除 22.5%异菌脲防效最差为 45.58%,其它 4 种药剂防效相对较好。在第 1 次施药后 14 d,30%烯酰·咪鲜胺、56.7%氢氧化铜、47%春

雷·王铜、6%春雷霉素防效都在 50.00%以上,其中 30%烯酰·咪鲜胺防效最高为 69.66%,其次为 56.7%氢氧化铜、47%春雷·王铜、6%春雷霉素,防效分别为 67.08%、64.05%、53.13%。通过田间观察,5 种药剂均对加工番茄不产生药害,对番茄生长安全。

表 3 5 种药剂对加工番茄细菌性斑点病的田间防效

Table 3 Field control efficiency of 5 pesticides on bacterial speck of tomato

供试药剂 Tested fungicide	药前病情指数 Disease indexes before spraying	施药后 7 d 7 days after spraying		施药后 14 d 14 days after spraying	
		病情指数 Disease indexes	防效 Control effect/%	病情指数 Disease indexes	防效 Control effect/%
30%烯酰·咪鲜胺 30% dimethomorph+prochloraz	5.00	4.50	52.78Aa	4.75	69.66Aa
56.7%氢氧化铜 56.7% copper hydroxide	4.50	5.00	55.25Aa	6.00	67.08Aab
47%春雷·王铜 47% kasugamycin copper+hydroxide	7.00	9.75	53.70Aa	11.50	64.05Ab
6%春雷霉素 6% kasugamycin	4.25	5.25	40.00Bb	6.25	53.13Bc
22.5%异菌脲 22.5% iprodione	6.25	7.50	37.89Bb	8.75	45.58Bd
对照 CK	5.00	11.25		17.75	

注:表中数据为 3 次重复平均值。同列数据后不同小、大写字母分别表示在 5%和 1%水平差异显著。

Note:The data in the Table is the average of three replications. Different lowercase and capital letters in the same column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 levels, respectively.

2.3 不同品种加工番茄田间抗病性评价

对供试 14 种加工番茄品种的细菌性斑点病田间调查,由表 4 可知,14 个供试加工番茄品种在田间均发病,但发病程度有差异,其中“石红 9 号”“里格尔 87-5”“石红 18”和“石红 305”的病情指数较高,分别为 46.67、56.67、48.33、40.83,“737”病情指数最低,为 20.00。依

据番茄细菌性斑点病反应型划分标准,该试验所鉴定的 14 种加工番茄品种中“737”为抗病品种,“石红 208”“石红 096”“石红 45”“石红 666”“金红宝 87-5”“屯河 9”“天红 8”“冰湖 1”“石番 36”均为耐病品种,感病品种有“石红 9 号”“里格尔 87-5”“石红 18”和“石红 305”。

表 4 加工番茄不同品种抗细菌性斑点病田间鉴定

Table 4 Field identification for bacterial speck resistance of processing tomato varieties

供试品种 Tested cultivars	发病率 Incidence rate/%	病情指数 Disease indexes	反应型 Reaction type
“石红 9 号”‘Shihong 9’	100.00	46.67	S
“里格尔 87-5”‘Liger 87-5’	100.00	56.67	S
“石红 18”‘Shihong 18’	100.00	48.33	S
“石红 305”‘Shihong 305’	100.00	40.83	S
“石红 208”‘Shihong 208’	86.67	25.83	T
“石红 096”‘Shihong 096’	100.00	35.83	T
“石红 45”‘Shihong 45’	83.33	25.00	T
“石红 666”‘Shihong 666’	93.33	34.17	T
“金红宝 87-5”‘Jinhongbao 87-5’	100.00	36.67	T
“屯河 9”‘Tunhe 9’	83.33	22.50	T
“天红 8”‘Tianhong 8’	96.67	30.83	T
“冰湖 1”‘Binghu 1’	96.67	29.17	T
“石番 36”‘Shifan 36’	96.67	32.50	T
“737”	73.33	20.00	R

3 结论与讨论

近年来,由于加工番茄病害的发生,严重影响了加工番茄的产业发展。番茄细菌性斑点病一种严重影响番茄产量和品质的世界性病害^[9]。因此番茄细菌性斑点病防治问题也日益受到人们的关注。目前,关于防治番茄细菌性斑点病的研究也不少。除了常规育种手段外,利用分子生物学方法,特别是抗性基因工程进行品种的选育,以期得到抗病、高产、优质的番茄品种。国内外许多学者对品种抗性进行了鉴定研究,获得了一些抗病品种。时涛等^[10]研究了“红珍珠”和“美味樱桃”2 个番茄品种抗细菌性斑点病的遗传特性,结果表明抗病性是由显性单基因决定的。PILOWSKY 等^[11]认为细叶番茄‘1126430’、秘鲁番茄‘PII28643’‘II28650’‘PII26946’‘PII28652’和多毛番茄为抗病品种,STOCKINGER 等^[12]认为‘92BMI03’‘92BMI70’‘92BMI78’‘92BMI93’为抗病品种。2005 年,王晓辉等^[9]对新疆加工番茄主栽品种进

行了抗病性研究,在供试品种中只有“红帆”表现为耐病,没有发现抗病品种。

该研究表明,5种药剂均对细菌性斑点病菌有抑制作用,药剂 EC_{50} 从大至小依次为 22.5% 异菌脲、47% 春雷·王铜、30% 烯酰·咪鲜胺、56.7% 氢氧化铜、6% 春雷霉素,其中 6% 春雷霉素明显低于其它 4 种药剂,为 $8.7 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。30% 烯酰·咪鲜胺对细菌性斑点病菌的抑制率为 73.88%。田间防效试验结果表明,22.5% 异菌脲防效最差为 45.58%,明显低于其它 4 种药剂,且均与其它药剂差异显著。对 14 种加工番茄抗细菌性斑点病的田间抗性评价,结果表明,供试的 14 份加工番茄中有 1 个抗病品种,9 个耐病品种和 4 个感病品种,其中“里格尔 87-5”和“石红 9 号”与王晓辉等^[9]的鉴定结果相近,都为感病品种。故不推荐使用 22.5% 异菌脲防治该病,也不推荐石河子地区以“石红 9 号”“里格尔 87-5”“石红 18”和“石红 305”为主栽品种。

参考文献

- [1] 金潜,杜永红,王富成.新疆辣椒斑点病病原细菌的鉴定及药剂防治的初步研究[J].植物保护学报,1992(4):296.
- [2] CARLAND F M, STASKAWICZ B J. Genetic characterization of the Pto locus of tomato: semi-dominance and cosegregation of resistance to *Pseudomonas syringae* pathovar *tomato* and sensitivity to the insecticide fenitrothion[J]. Molecular and General Genetics, 1993, 239: 17-27.
- [3] KOZIK E U. Studies on resistance to bacterial speck (*Pseudomonas sy-*

ringae pv. *tomato*) in tomato cv. Ontario 7710[J]. Plant Breeding, 2002, 121: 526-530.

- [4] ABAK K, OKTEM Y E, SAKIN S. Tomato breeding studies for resistance to bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) Doga[J]. Turk Tarimve Ormancilik Dergisi, 1990, 14: 239-249.
- [5] CHAMBERS S C, MERRIMAN P R. Penetration and control of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in Victoria[J]. Australian Journal of Agricultural Research, 1975, 26: 657-663.
- [6] ELZBIETA U, KOZIK, PIOTR S. Response of tomato genotypes to bacterial speck (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) [J]. Acta Physiologiae Plantarum, 2000, 22(3): 243-246.
- [7] SVETTLANA M E, BILJANA T, RKANNOVI E, et al. Races and hosts of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in Serbia[J]. Archives of Belgrade Biological Science, 2009, 61(1): 93-102.
- [8] 李平, 王晓东, 张莉. 新疆加工番茄品种抗早疫病测定及防治药剂筛选[J]. 石河子大学学报(自然科学版), 2014(1): 17-20.
- [9] 王晓辉, 李国英, 任毓忠, 等. 加工番茄品种对细菌性斑点病的抗性鉴定[J]. 北方园艺, 2006(3): 5-6.
- [10] 时涛, 赵廷昌, 李国庆, 等. 番茄对细菌性斑点病的抗性遗传规律研究[J]. 植物遗传资源学报, 2003(1): 51-54.
- [11] PILOWSKY M, ZUTRA D. Reaction of different tomato genotypes to the bacterial speck pathogen (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*) [J]. Phytoparasitica, 1986, 14(1): 39-42.
- [12] STOCKINGER E J, WALLING L L. *Pto3* and *Pto4*: novel genes from *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum* that confer resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* [J]. Theoretical and Applied Genetics, 1994, 89: 879-884.

Screening of Fungicide for Controlling Tomato Bacterial Speck Disease and Its Resistance Identification

SI Tiantao¹, XUE Lin², SANG Yanpeng³, YANG Desong¹

(1. College of Agronomy, Shihezi University/Key Laboratory of Oasis Agricultural Disease and Pest Management, Plant Protection and Its Resource Utilization in Xinjiang, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Shihezi Vegetable Institute of Xinjiang, Shihezi, Xinjiang 830000; 3. Shihezi Science and Technology Bureau, Shihezi, Xinjiang 830000)

Abstract: Fourteen processing tomatoes were used as materials, indoor toxicity measurement and field experiment were carried out, the resistance of 14 processing tomato species to bacterial speck of tomato was evaluated and the fungicides were screened. The results showed that 30% dimethomorph + prochloraz was the most antibacterial with 73.88% bacteriostatic rate, 6% kasugamycin, 56.7% copper hydroxide, 30% dimethomorph + prochloraz and 47% kasugamycin + copperoxychloride had stronger virulence, and their EC_{50} respectively were $8.7 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, $9.6 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, $10.4 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, $10.9 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$. The field control effect test results showed that the control effect of the 56.7% cupric hydroxide, 47% kasugamycin + copperoxychloride, and 30% dimethomorph + prochloraz to bacterial speck could be up to 60.00% or more, of which 30% dimethomorph + prochloraz had good control effect of 69.66%. The results of resistance appraisal 14 kinds of processing tomato varieties to bacterial speck showed that there were one disease-resistant variety, nine disease-tolerant varieties, four disease-sensitive varieties in the varieties tested, 30% dimethomorph + prochloraz had better control effect against bacterial speck of tomato.

Keywords: tomato bacterial speck disease; toxicity; control effect; resistance