

木霉与几种化学杀菌剂协同防治苹果轮纹病

任凤山, 王 燕, 翟一凡, 王圣印, 于 毅, 庄乾营

(山东省农业科学院 植物保护研究所, 山东省植物病毒学重点实验室, 山东 济南 250100)

摘 要:以木霉菌 T2 为生防菌, 采用菌丝生长速率测定法, 研究了 9 种化学杀菌剂对苹果轮纹病的防效, 将防效最强的 5 种化学杀菌剂分别与生防菌进行复配组成菌-药复剂, 并探讨复配剂对苹果轮纹病的室内防治效果。结果表明: 中生菌素 2 000 倍和生防菌 T2 复配对苹果轮纹病菌抑制的增效作用最高, 48 h 增效比为 1.23, 72 h 增效比为 1.36。中生菌素作为菌-药复配的化学因子, 在较低质量浓度下不仅能有效抑制苹果轮纹病菌的生长, 也能与生防菌木霉很好地相容。复配剂防效显著优于单剂中生菌素和单剂生防菌 T2 防效, 同时二者复配有明显的增效作用, 且降低了化学杀菌剂的使用量。

关键词:苹果轮纹病菌; 木霉; 中生菌素; 协同

中图分类号:S 436.611.1⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)16-0111-05

木霉 (*Trichoderma* spp.) 属于半知菌门丝孢目, 其有性阶段为子囊菌亚门肉座目肉座科肉座菌属, 为世界分布^[1]。木霉菌作为一种有益真菌, 广泛存在于土壤, 腐烂的木材及蔬菜基质中^[2], 其生存能力强, 适应性广, 具有对多种植物病原菌的拮抗作用和强烈的分解纤维素的能力。木霉可产生挥发或不挥发性的抗生素类物质, 如木霉菌素、胶毒素、胶绿木霉素、绿色菌素和抗菌肽以及挥发性抗菌素, 其中仅抗真菌的代谢产物就多达 32 种以上, 木霉产生抗生素的多样性可以有效减缓病原菌抗药性的产生^[3]。从 Weindling 于 1932 年首次发现木霉对多种植物病原菌具有寄生作用以来, 农业上应用

其进行植物病害的防治已有大量的报道, 据不完全统计, 木霉至少对 18 个属 29 种病原真菌表现拮抗作用^[4]。木霉不仅能防病, 还具有促进植物生长、提高营养利用效率, 增强植物抗逆性和修复农化污染环境等功能, 木霉菌生防机理本质上就是木霉菌-植物-病原菌的分子互作机制^[5]。

苹果轮纹病 (*Botryosphaeria dothidea*), 又称轮纹烂果病、粗皮病等, 主要危害枝干和果实, 叶片受害较少^[6]。苹果轮纹病是一种世界性的苹果病害^[7], 在我国各苹果产区广泛发生危害, 以山东和辽宁两省最为严重^[8]。近年来随着主栽品种的更迭, “金冠”、“富士”等质优但感病品种的栽培面积不断扩大^[9], 尤其是长期种植, 导致病原菌不断积累, 危害日趋严重^[10], 不仅危害枝干, 造成树势衰弱、枝干枯死, 还常造成大量烂果。一般果园轮纹烂果病发病率为 20%~30%, 严重年份田间病果率高达 70%~80%^[11], 贮藏期还持续发病, 严重影响苹果的产量和质量^[12]。

针对苹果轮纹病, 主要有物理防治、化学防治和生物防治 3 种方法。物理防治操作简单, 易推广应用, 但防效持久性差, 病原菌易反复发作。化学防治效果最

第一作者简介:任凤山(1965-), 男, 山东德州人, 本科, 研究员, 现主要从事农药环境评价等研究工作。E-mail: rensd65@163.com.

责任作者:庄乾营(1967-), 男, 山东临沂人, 本科, 研究员, 现主要从事农药环境评价等研究工作。E-mail: zbszhuang@163.com.

基金项目:国家公益性行业(农业)科研专项资助项目(200803025); 山东省现代农业产业技术体系果树专项资助项目(SDAIT-03-022-08)。

收稿日期:2015-05-25

Abstract: Taking *Euryale ferox* leaves and stem segments as explants, MS as culture medium, the additional 2,4-D or NAA and 6-BA or KT, according to the principle of orthogonal design, using factor analysis and cluster analysis, the effect of different ratio of hormone on rapid propagation of Gordon *Euryale* step into seedlings was studied. The results showed that the best hormone matchings was MS+NAA 0.2 mg/L+6-BA 2.0 mg/L, others were MS+2,4-D 0.5 mg/L+6-BA 1.0 mg/L, MS+2,4-D 0.2 mg/L+6-BA 1.0 mg/L, MS+2,4-D 1.0 mg/L+KT 1.0 mg/L, MS+NAA 1.5 mg/L+6-BA 1.0 mg/L.

Keywords: *Euryale ferox*; one-step culture; rapid propagation technology; tissue culture

直接、见效快、成本高且长期不合理使用化学杀菌剂容易导致病原菌产生抗药性,对人类健康与环境造成的危害不容忽视。生物防治具有安全、环保、绿色的生态优势,但生物防治易受到田间复杂环境的影响^[13],存在防效稳定性差、发挥作用慢等问题。近年来建立的生物-化学协同防治策略,既能减少化学杀菌剂对环境的污染,又能提高生物防效的稳定性,在植物病害防治领域得到了广泛而深入的研究,并取得了较好的成效。该研究拟探讨利用化学杀菌剂与木霉菌协同防治苹果轮纹病菌的效果,以为生防制剂的开发提供技术支持,对苹果

轮纹病菌的可持续防治具有重要的实际应用价值。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试菌株:木霉菌 T2 由山东省农业科学院植物保护研究所从 6 年生富士苹果枝干老皮上提取分离纯化,于 4℃ 冰箱保存;苹果轮纹病菌病原菌 LW182(强致病性菌株)由烟台农业科学院果树研究所提供。供试化学杀菌剂种类见表 1。

表 1 化学杀菌剂种类

Table 1	The kind of chemical fungicides		
序号 Number	杀菌剂 Fungicide	推荐稀释倍数 Concentration	厂家 Produceer
1	1.5% 噻霉酮 EW	800~1 000	陕西大华特科技实业有限公司
	1.5% Benziotiazolinone EW		Shaanxi dahua, science and technology industrial limited company
	70% 甲基硫菌灵 WP		江苏龙灯化学有限公司
2	70% Thiophanate-Methyl WP	1 000~2 000	Jiangsu dragon lantern chemical limited company
	25% 戊唑醇 SC		上海艾科思生物药业有限公司
3	25% Tebuconazole SC	1 000~1 500	Shanghai apotheker biological pharmaceutical limited company
	10% 苯醚甲环唑 WG		瑞士先正达作物保护有限公司
4	10% Difenconazole WG	1 500~2 000	Swiss syngenta crop protection limited company
	25% 丙环唑 EC		成都科利隆生化有限公司
5	25% Propiconazole EC	3 000~4 000	Chengdu colli lung biochemical limited company
	10% 福美双 SC		成都科利隆生化有限公司
6	10% Thiram SC	500~1 000	Chengdu colli lung biochemical limited company
	3% 中生菌素 WP		东莞市瑞德丰生物科技有限公司
7	3% Zhongshengmycin WP	1 000~1 500	Dongguan rhett abundant biological technology limited company
	60% 噻菌灵 WG		陕西汤普森生物科技有限公司
8	60% Thiabendazole WG	1 000~1 500	Shaanxi Thompson biological technology limited company
	75% 代森锰锌 WG		美国杜邦农化有限公司
9	75% Mancozeb WG	600~800	The United States dupont agrochemical limited company
	12.5% 腈菌唑 WP		台州市大鹏药业有限公司
10	12.5% Myclobutanil WP	2 000	Taizhou dapeng pharmaceutical limited company
	75% 百菌清 WP		瑞士先正达作物保护有限公司
11	75% Chlorothalonil WP	600~800	Swiss syngenta crop protection limited company
	25% 三唑酮 WP		北京燕化永化农药有限公司
12	25% Triadimefon WP	1 000~1 500	Beijing Yanhua chemical pesticide limited company
	29% 石硫合剂 AC		湖北太极生化有限公司
13	29% Lime sulphur synthelic solution AC	0.5~0.8°Bé	Hubei province tai chi biochemical limited company
	250 g/L 吡唑醚菌酯 EC		巴斯夫欧洲公司
14	250 g/L Pyraclostrobin EC	1 000~2 000	Basf European companies
	0.6% 苦参碱 CS		黑龙江省平山林业制药厂
15	0.6% Matrine CS	600~800	Hirayama forestry in Heilongjiang Province pharmaceutical factory
	80% 波尔多液 WP		美国仙农有限公司
16	80% Bordeaux mixture WP	300~500	The United States Cerexagri limited company
	27.12% 碱式硫酸铜 SC		澳大利亚纽发姆有限公司
17	27.12% Sulfuric acid SC	400~500	Australia's new hair limited company
	46% 氢氧化铜 WG		美国杜邦农化有限公司
18	46% Copper dihydroxide WG	1 500~2 500	The United States dupont agrochemical limited company

1.2 试验方法

1.2.1 18 种化学杀菌剂与木霉菌的生物相容性测定

将 18 种杀菌剂分别配成不同质量浓度的 PDA 培养基平板,以加等量无菌水为对照(CK)。用直径为 5 mm 的打孔器在纯化培养 2~4 d 的木霉菌落边缘打菌块,用消

毒针将表面长有木霉菌丝的菌丝块反扣在平板上,每处理 3 次重复,置于 28℃ 的光照培养箱内恒温培养 2~3 d,采用十字交叉法测量木霉在不同杀菌剂培养基上菌落直径大小,检测菌体的生长状况。

1.2.2 9 种化学杀菌剂对苹果轮纹病菌的毒力测定

试验过程中将对木霉菌抑制效果低的 9 种化学杀菌剂配成不同质量浓度的 PDA 培养基平板,以加等量无菌水为对照(CK),将苹果轮纹病菌的菌块反扣平板上,每处理 3 次重复,置于 28℃ 的光照培养箱内恒温培养。2~3 d 后采用十字交叉法测量不同杀菌剂平板上苹果轮纹病菌菌落的大小,从而筛选出对苹果轮纹病菌抑制率较好的杀菌剂。菌落净生长量=菌落直径-菌块直径,抑菌率(%)=(对照菌丝净生长量-处理菌丝净生长量)/对照菌丝净生长量×100。

1.2.3 木霉菌 T2 与 5 种化学杀菌剂复配剂的毒力分析 采用木霉与苹果轮纹病菌对峙培养试验,试验中 5 种杀菌剂在较低浓度质量下,制成杀菌剂平板,用直径为 5 mm 的打孔器分别切取纯化培养 2~4 d 的木霉菌和苹果轮纹病菌的菌丝块,接种于杀菌剂平板上距中心 2 cm 处同一直线的 2 点上,以加等量无菌水为对照(CK),每处理 3 个重复,于 28℃ 恒温培养,木霉与病原菌接触后测定其抑菌率。菌落净生长量=菌落直径-菌块直径,抑菌率(%)=(对照菌丝净生长量-处理菌丝净生长量)/对照菌丝净生长量×100。

表 2 18 种化学杀菌剂与木霉菌的生物相容性测定

Table 2 18 kinds of chemical agents and the biocompatibility of trichoderma determination

杀菌剂处理 Fungicide	稀释倍数 Concentration	木霉菌丝生长速度 <i>Trichoderma</i> mycelial growth rate/(cm·d ⁻¹)	抑制率 Inhibition rate/%
1.5%噻霉酮 EW 1.5% Benziothiazolinone EW	250	1.19±0.03c	58.04±1.04d
70%甲基硫菌灵 WP 70% Thiophanate-Methyl WP	250	0.00±0.00d	100.00±0.00a
25%戊唑醇 SC 25% Tebuconazole SC	1 000	0.00±0.00d	100.00±0.00a
10%苯醚甲环唑 WG 10% Difenoconazole WG	1 000	0.00±0.00d	100.00±0.00a
25%丙环唑 EC 25% Propiconazole EC	2 000	0.00±0.00d	100.00±0.00a
10%福美双 SC 10% Thiram SC	200	1.81±0.12b	36.08±4.15e
3%中生菌素 WP 3% Zhongshengmycin WP	500	2.83±0.00a	0.00±0.00f
60%噻菌灵 WG 60% Thiabendazole WG	1 000	0.00±0.00d	100.00±0.00a
75%代森锰锌 WG 75% Mancozeb WG	500	2.83±0.00a	0.00±0.00f
12%腈菌唑 WP 12% Myclobutanil WP	1 000	0.21±0.01d	92.55±0.39b
75%百菌清 WP 75% Chlorothalonil WP	500	0.32±0.01d	88.63±0.39b
25%三唑酮 WP 25% Triadimefon WP	500	1.11±0.07c	89.02±0.78b
29%石硫合剂 AC 29% Lime sulphur synthetic solution AC	100	2.83±0.00a	0.00±0.00f
250 g/L 吡唑醚菌酯 EC 250 g/L Pyraclostrobin EC	1 000	0.30±0.09d	89.41±3.11b
0.6%苦参碱 SC 0.6% Matrine CS	500	2.83±0.00a	0.00±0.00f
80%波尔多液 WP 80% Bordeaux mixture WP	200	0.98±0.02c	65.49±0.78c
27.12%碱式硫酸铜 SC 27.12% Sulfuric acid SC	200	0.91±0.06c	67.84±2.07c
46%氢氧化铜 WG 46% Copper dihydroxide WG	1 000	2.83±0.00a	0.00±0.00f
对照 CK	—	2.83±0.00a	—

注:表中数值为平均值±标准误。不同的字母表示差异显著(P<0.05);下同。

Note:The datas in the figure are represented as means±SE. The different letters mean significant differences (P<0.05);the same as below.

2.2 9 种化学杀菌剂对苹果轮纹病菌的毒力测定

由表 3 可知,9 种杀菌剂在较低使用质量浓度下 72 h 对苹果轮纹病菌具有较好抑制效果的化学杀菌剂是:福美双、碱式硫酸铜、噻霉酮、波尔多液和中生菌素。福美双 1 500 倍液对苹果轮纹病菌的抑制率达到 73.81%,碱式硫酸铜 500 倍液对苹果轮纹病菌的抑制率为 69.84%。将对苹果轮纹病菌抑制率达到 50%以上的

1.3 数据分析

采用 SPSS 17.0 for windows 软件分析进行组间均值数据的 One-Way ANOVA 方差分析。

2 结果与分析

2.1 18 种化学杀菌剂与木霉菌的生物相容性测定

通过测定 18 种化学杀菌剂对生防菌菌落形成,由表 2 可知,18 种化学杀菌剂与生防菌株 T2 的相容性各不相同,其中在较高使用质量浓度下,甲基硫菌灵、戊唑醇、苯醚甲环唑、丙环唑和噻菌灵在较高质量浓度下对菌落形成产生了不同程度的抑制作用。而中生菌素、代森锰锌、石硫合剂、苦参碱和氢氧化铜 5 种化学杀菌剂对木霉菌体的生长没有抑制作用,说明其与生防菌株相容性最好,具有与生防菌协同使用的潜力。其次噻霉酮、福美双、波尔多液和碱式硫酸铜虽对木霉菌体的生长有一定的抑制作用,综合考虑化学杀菌剂与生防菌的生物相容性将这 9 种杀菌剂继续进行下一步试验,测定其对苹果轮纹病菌的毒力测定。

5 种杀菌剂进行下一步试验,测定其与生防菌的生物相容性,只有与生防菌有良好相容的化学杀菌剂才能作为复配研究的化学因子。

2.3 木霉菌 T2 与 5 种化学杀菌剂复配剂的毒力分析

5 种复配剂在较低质量浓度下 48 h 对苹果轮纹病菌的毒力测定见表 4,结果显示中生菌素和木霉菌 T2 复配对苹果轮纹病菌抑制的增效作用最高,对苹果轮纹病

表 3 9 种化学杀菌剂对苹果轮纹病菌的毒力测定

Table 3 9 kinds of chemical toxicity measurement of apple ring spot bacteria

杀菌剂处理 Fungicide	稀释倍数 Concentration	轮纹病菌丝生长速度 Ring rot mycelium growth rate/(cm·d ⁻¹)	抑制率 Inhibition rate/%
1.5%噻霉酮 EW 1.5% Benziothiazolinone EW	1 500	0.50±0.02ef	64.29±1.38bc
10%福美双 SC 10% Thiram SC	1 500	0.37±0.02g	73.81±1.37a
3%中生菌素 WP 3% Zhongshengmycin WP	2 000	0.65±0.02d	53.97±1.59d
75%代森锰锌 WG 75% Mancozeb WG	600	0.83±0.02c	40.48±1.37e
29%石硫合剂 AC 29% Lime sulphur sythetic solution AC	500	0.77±0.04c	45.24±2.75e
0.6%苦参碱 SC 0.6% Matrine CS	1 000	1.09±0.02b	22.22±1.59f
80%波尔多液 WP 80% Bordeaux mixture WP	500	0.52±0.04e	62.70±2.86c
27.12%碱式硫酸铜 SC 27.12% Sulfuric acid SC	500	0.42±0.04fg	69.84±2.86ab
46%氢氧化铜 WG 46% Copper dihydroxide WG	2 500	1.40±0.02a	0.00±1.37h
对照 CK	—	1.40±0.02a	—

菌抑制增效比为 1.23。而噻霉酮与木霉复配剂对轮纹病菌的抑菌率为 83.87%，比单剂噻霉酮对苹果轮纹病菌抑制增效比仅为 1.03，碱式硫酸铜与木霉复配剂对苹果轮纹病菌的菌丝抑菌率为 80.65%，比单剂碱式硫酸铜对苹果轮纹病菌抑制增效比为 1.09。5 种复配剂在较低质量浓度下 72 h 对苹果轮纹病菌的毒力测定

如表 5，中生菌素和木霉菌 T2 复配对苹果轮纹病菌抑制的增效作用最高，对苹果轮纹病菌抑制增效比为 1.36。其次噻霉酮与木霉复配剂比单剂噻霉酮对苹果轮纹病菌抑制增效比为 1.21，碱式硫酸铜与木霉复配剂比单剂碱式硫酸铜对苹果轮纹病菌抑制增效比为 1.09。

表 4 木霉与化学杀菌剂协同 48 h 对苹果轮纹病菌的抑菌效果

Table 4 *Trichoderma viride* 48 hours with chemicals for apple ring spot bacteria antibacterial effect

杀菌剂处理 Fungicide	稀释倍数 Concentration	木霉菌丝生长速度 <i>Trichoderma</i> mycelial growth rate/(cm·d ⁻¹)	轮纹病菌丝生长速度 Ring rot mycelium growth rate/(cm·d ⁻¹)	抑菌率 Inhibition rate/%
1.5%噻霉酮 EW	1 500	1.83±0.02a	0.25±0.03e	83.87±1.86a
1.5% Benziothiazolinone EW		—	0.28±0.02de	81.72±1.07ab
10%福美双 SC		1.42±0.20b	0.37±0.06cde	76.34±3.88abc
10% Thiram SC	1 500	—	0.33±0.02cde	78.50±1.08abc
3%中生菌素 WP		1.88±0.02a	0.32±0.04cde	79.57±2.85abc
3% Zhongshengmycin WP		—	0.55±0.06b	64.52±3.73d
80%波尔多液 WP	500	1.80±0.03a	0.53±0.03b	65.59±2.15a
80% Bordeaux mixture WP		—	0.43±0.02bc	72.04±1.07cd
27.12%碱式硫酸铜 SC		1.50±0.03b	0.30±0.00cde	80.65±0.00ab
27.12% Sulfuric acid SC	500	—	0.40±0.06cd	74.19±3.73bc
对照		2.08±0.04a	1.42±0.13a	8.60±8.60b
CK		—	1.55±0.06a	—

表 5 木霉与化学杀菌剂协同 72 h 对苹果轮纹病菌的抑菌效果

Table 5 *Trichoderma viride* 72 hours with chemicals for apple ring spot bacteria antibacterial effect

杀菌剂处理 Fungicide	稀释倍数 Concentration	木霉菌丝生长速度 <i>Trichoderma</i> mycelial growth rate/(cm·d ⁻¹)	轮纹病菌丝生长速度 Ring rot mycelium growth rate/(cm·d ⁻¹)	抑菌率 Inhibition rate/%
1.5%噻霉酮 EW	1 500	1.39±0.03a	0.22±0.06e	88.30±3.12a
1.5% Benziothiazolinone EW		—	0.51±0.01ab	73.05±0.64c
10%福美双 SC		1.35±0.14b	0.26±0.03de	86.35±1.58a
10% Thiram SC	1 500	—	0.37±0.02cde	80.14±0.94b
3%中生菌素 WP		1.67±0.02a	0.22±0.03e	88.30±1.71c
3% Zhongshengmycin WP		—	0.66±0.01b	65.07±0.71d
80%波尔多液 WP	500	1.60±0.07a	0.44±0.01cd	76.42±0.71bc
80% Bordeaux mixture WP		—	0.52±0.03bc	72.52±1.75c
27.12%碱式硫酸铜 SC		1.47±0.02ab	0.27±0.02de	85.82±1.08a
27.12% Sulfuric acid SC	500	—	0.43±0.04cde	77.13±1.87bc
对照 CK		—	1.88±0.19a	—

3 讨论

木霉的拮抗作用主要通过竞争、重寄生、抗生、诱导植物抗性和协同拮抗等作用来防治各种病害^[14]。茆振

川等^[15]报道了木霉菌对苹果轮纹病菌的抑制作用，刘淑娟等^[16]也提出木霉的抑制能力强，菌株生长快，争夺病原菌营养物质，产生有抑菌活性的物质。邓龙等^[17]在木

霉菌株 TC-14 对苗木立枯病菌的室内外抑制试验中发现木霉能产生挥发性或非挥发性的抗菌类次生代谢产物,如木霉素、胶霉素、绿色木霉素和抗菌肽等,对多种病原菌有抑制作用。试验发现木霉菌和苹果轮纹病菌在对峙培养过程中,木霉菌的菌丝生长速度比苹果轮纹病菌的菌丝生长速度快,木霉的菌落会逐渐以覆盖式侵入苹果轮纹病菌的菌落,最终使苹果轮纹病菌的菌落逐渐萎缩,在苹果轮纹病菌的菌落上产生大量的木霉孢子,同时在培养基表面和底部会产生黄褐色代谢物,并产生具有一定芳香气味的代谢物。

单一的生物防治方法和化学防治对苹果轮纹病菌菌丝的抑制效果不是很理想,且化学杀菌剂残留量大,易污染环境,病菌易产生抗药性,生物防治见效速度慢,生产成本低。综合利用生物防治和化学防治各自的优点可以解决农药使用量大和病原菌易产生抗性等问题。试验发现生防菌与化学杀菌剂复配对苹果轮纹病菌抑制的增效作用明显。中生菌素 2 000 倍和生防菌 T2 复配对苹果轮纹病菌抑制的增效作用最高,48 h 增效比为 1.23,72 h 增效比为 1.36。噻霉酮 1 500 倍和生防菌 T2 复配对苹果轮纹病菌抑制的增效作用次之,48 h 增效为 1.03,72 h 增效比 1.21。试验表明二者复配有明显的增效作用,复配剂防效显著优于单剂化学杀菌剂和单剂生防菌 T2 防效。

由于该试验是在室内条件下进行,与自然条件存在一定的差异,可能导致与实际生产应用效果存在一定的差异,在生产上推广使用,还需进一步的田间药效试验。

参考文献

- [1] 徐瑞富,刘鸣韬,田文杰,等.木霉菌对几种植物病原真菌的拮抗性初探[J].河南职业技术学院学报,2003,31(1):49-50.
- [2] 咸洪泉,李雅华,李树文,等.木霉菌 Td 系列菌株代谢产物的室内抑菌谱研究[J].青岛农业大学学报(自然科学版),2009,26(1):34-37.
- [3] 张爱萍.木霉生防作用研究进展[J].中国果菜,2009(3):36.
- [4] 张广志,杨合同,文成敬.木霉菌形态学分类检索与分子生物学鉴定[J].山东农业大学学报(自然科学版),2011,42(2):309-316.
- [5] 陈捷,朱洁伟,张婷,等.木霉菌生物防治作用机理与应用研究进展[J].中国生物防治学报,2011,27(2):145-151.
- [6] 张国凤.52%甲基硫菌灵中生菌素可湿性粉剂防治苹果轮纹病菌田间药效试验[J].果农之友,2010(11):8.
- [7] 迟福梅,周宗山,吴玉星,等.几种杀菌剂对苹果果实轮纹病的田间药效研究[J].云南农业大学学报,2009,24(6):814-817.
- [8] 杨华,纪明山,李广旭,等.不同发酵条件对苹果轮纹病菌拮抗细菌生长的影响[J].果树学报,2007,24(6):799-802.
- [9] 孙柏欣,刘长远,陈彦,等.5 种杀菌剂防治苹果轮纹病菌试验[J].北方果树,2008,5(3):16-17.
- [10] 袁忠林,罗兰,孟昭礼.仿生农用杀菌剂银泰对苹果两种主要病害的防治效果[J].植物保护学报,2006,33(2):223-224.
- [11] 曲健禄,李晓军,张勇,等.戊唑醇对苹果斑点落叶病及轮纹病菌的毒力和药效评价[J].农药学报,2007,9(2):149-152.
- [12] 李娜,刘丽,曹克强.几种化学杀菌剂对苹果轮纹病菌的药效评价[J].果树学报,2009,26(6):855-859.
- [13] 郎剑锋,孔凡彬,陆宁海,等.杀虫剂和杀菌剂对哈茨木霉菌丝生长的影响[J].湖南农业科学,2011(5):75-78.
- [14] 杨萍,杨谦.木霉重寄生过程分子机制的研究进展[J].中国农学通报,2012,28(27):163-166.
- [15] 郭振川,侯桂凤.木霉菌对侵染苹果枝条的轮纹病的抑制作用[J].落叶果树,1996(3):6-8.
- [16] 刘淑娟,文成敬.防治油菜菌核病的木霉和粘帚霉菌菌株筛选及生防的初报[J].四川农业大学学报,2005,23(1):33-38.
- [17] 邓龙,尹大川,邓勋,等.木霉菌株 TC-14 对苗木立枯病菌的室内外抑制效果[J].黑龙江生态工程职业学院学报,2012,25(4):33-34.

Synergistic Effect of *Trichoderma* and Several Chemical Fungicides for Control of *Botryosphaeria dothidea*

REN Fengshan, WANG Yan, ZHAI Yifan, WANG Shengyin, YU Yi, ZHUANG Qianying

(Shandong Provincial Key Laboratory of Plant Virology, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan, Shandong 250100)

Abstract: Taking *Trichoderma* T2 as material, the control effect of 9 chemical fungicides to *Botryosphaeria dothidea* was studied by means of mycelium growth rate method, and mixture the biocontrol bacterium and 5 best chemical fungicides respectively, the compound of biocontrol bacterium and chemicals fungicides was studied, and to explore the interior control effect of the mixture for *Botryosphaeria dothidea*. The results showed that the synergistic ratio was the highest at the Zhongshengmycin concentration of 2 000 times concentration mixture the *Trichoderma* T2, with the synergia ratio of 1.23 after 24 hours, and the synergia ratio of 1.36 after 48 hours. Zhongshengmycin, as the chemical factor of combination research, could inhibit the growth of *Botryosphaeria dothidea* under lower usage level, and also was compatible with strain *Trichoderma* T2. Meanwhile, the combination of Zhongshengmycin and *Trichoderma* T2 not only could promote the biocontrol effectiveness, but also reduced the usage of chemicals.

Keywords: botryosphaeria dothidea; *Trichoderma*; Zhongshengmycin; synergistic