

肖辉,程文娟,张鹏,等.木醋液与杀菌剂复配对番茄枯萎病和灰霉病的防治效果[J].江苏农业科学,2021,49(1):82-87.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.01.015

# 木醋液与杀菌剂复配对番茄枯萎病和灰霉病的防治效果

肖辉<sup>1,2</sup>,程文娟<sup>1</sup>,张鹏<sup>2</sup>,张慧<sup>1</sup>,焦汝民<sup>3</sup>,王立艳<sup>1</sup>,赵杰<sup>1</sup>,潘洁<sup>1</sup>

(1.天津市农业资源与环境研究所,天津 300192; 2.环境污染过程与基准教育部重点实验室/南开大学,天津 300350;  
3.天津市谷丰果树种植专业合作社,天津 301600)

**摘要:**为明确木醋液对番茄枯萎病和灰霉病的防治效果及其在杀菌剂减量施用方面的作用,通过抑菌圈法和室内盆栽试验,研究木醋液及其与苯甲·多菌灵、腐霉利等杀菌剂配施对番茄枯萎病和灰霉病的防治效果。结果表明,木醋液小于500倍的稀释液对番茄枯萎病菌、灰霉病菌菌丝生长均具有显著的抑制作用,100倍稀释液抑菌率分别达85.82%、90.97%;木醋液对番茄枯萎病菌的 $EC_{50}$ 、 $EC_{90}$ 分别为4.07、12.22  $\mu\text{g/mL}$ ,对番茄灰霉病菌的 $EC_{50}$ 、 $EC_{90}$ 分别为3.87、10.62  $\mu\text{g/mL}$ ,木醋液对番茄灰霉病菌抑制效果好于对枯萎病菌的抑制效果;木醋液小于300倍的稀释液对盆栽番茄枯萎病、灰霉病均具有显著的预防和治疗作用,预防效果好于治疗效果。木醋液与农药配施可提高杀菌剂对番茄枯萎病、灰霉病的防治效果;所选杀菌剂减量20%与木醋液300倍液配合使用,对番茄枯萎病菌、灰霉病菌抑菌率分别达91.43%、70.65%,对番茄枯萎病、灰霉病的预防性防治效果分别为69.62%、74.38%,治疗效果分别为64.67%、69.33%,均与农药不减量处理差异不显著。结果表明,木醋液对番茄枯萎病、灰霉病具有很好的防治作用,并且与农药配施可降低农药使用量。

**关键词:**木醋液;番茄枯萎病;番茄灰霉病;农药减量;防治效果

**中图分类号:** S436.412 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)01-0082-06

设施蔬菜生产属于高投入高产出的集约化种植模式,农药使用量大,是大田作物的十几倍甚至几十倍<sup>[1]</sup>,农药在保障蔬菜丰产的同时,也存在很多风险,如导致农产品农药残留、致病菌抗药性增加、生态环境污染等,严重威胁人类食品安全和健康<sup>[2]</sup>。因此,开发农药替代品,减少化学农药使用量,是现代农业发展的必然选择。

木醋液是农林废弃物(秸秆、树枝、木屑等)高温裂解产生的烟气经冷凝形成的一种液体物质,该物质含有酸、醇、酚、酯等有机成分<sup>[3]</sup>,在农业生产上具有促进植物生长、改善农产品品质,改良土壤、抑菌杀虫等功效。日本在20世纪60年代就开始木醋液的应用研究,现已开发出多种木醋液专用产品<sup>[4]</sup>。而该类研究在我国起步于20世纪80年代,主要集中于木醋液的精制<sup>[5]</sup>、成分分析<sup>[6-7]</sup>、农业增

产提质<sup>[8-9]</sup>、抑菌抗病<sup>[10]</sup>等方面。王海英等的研究表明,木醋液具有广谱抑菌作用,且对细菌抑制作用要好于对真菌抑制作用<sup>[11]</sup>。徐岩岩等的研究表明,5%的精制山杏壳木醋液浸种既能有效降低甜瓜细菌性果腐病的发生率,又能促进甜瓜幼苗的生长<sup>[12]</sup>。李燕等的研究表明,当木醋液浓度为0.1%时对腐霉菌菌丝生长的抑制率可达84.28%<sup>[13]</sup>。前人已在本醋液抑菌抗病方面做了大量研究,但对于木醋液及其与杀菌剂配施对植物病原菌抑制效果的报道较少。

枯萎病和灰霉病是番茄常见病害,番茄枯萎病是由尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder et Hansen)引起的一种重要的土传病害<sup>[14]</sup>,该病原菌从根部侵入,侵染性极强<sup>[15]</sup>;番茄灰霉病是由灰葡萄孢菌(*Botrytis cinerea* Pers.)引发的一种真菌病害,可危害番茄的茎、叶、花和果实<sup>[16]</sup>,2种病害都会严重降低番茄的产量和品质。当前主要依靠化学药剂进行防治,但长期高频率地大量用药会导致田间病原菌抗药性增强,药剂防效下降,农田生态系统环境污染风险增加。

木醋液具有杀菌抗病作用,如能部分替代农药进行番茄枯萎病和灰霉病的防治,将对降低农药使

收稿日期:2020-07-06

基金项目:天津市科技重大专项与工程-生态环境治理科技重大专项(编号:19ZXSZSN00010);环境污染过程与基准教育部重点实验室开放课题(编号:2017-04);天津市农业科技合作项目(编号:201604010);天津市创新平台专项(编号:19PTZWHZ00040)。

作者简介:肖辉(1981—),男,山东泰安人,硕士,副研究员,主要从事农业生态环境研究。E-mail: xiaohui-81@163.com。

用量、保障食品安全起到积极的支撑作用。本研究以番茄根部的枯萎病和地上部的灰霉病为对象,采用抑菌圈法和盆栽试验研究木醋液及木醋液与农药配施对 2 种病害的防治效果,以期为木醋液植物病害防治及杀菌剂减量应用提供依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验材料

供试番茄枯萎病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder et Hansen)、灰霉病菌 (*Botrytis cinerea* Pers.), 由天津市农业科学院植物保护研究所提供;培养基为 PDA 培养基 (马铃薯 200 g, 葡萄糖 20 g, 琼脂 20 g, 蒸馏水 1 000 mL)。

供试木醋液由松树锯末 450 °C 干馏,裂解气体冷凝、纯化得到棕黄色液体, pH 值为 2.7, 乙酸含量为 20.7%。

供试农药:20% 苯甲·多菌灵悬浮剂,陕西汤普森生物科技有限公司生产;50% 腐霉利可湿性粉剂,日本住友化学株式会社生产。

供试番茄品种为金冠 5 号。

试验时间:2018 年 11—12 月;试验地点:天津市农业资源与环境研究所微生物实验室。

### 1.2 试验方法

1.2.1 室内抑菌试验 采用菌丝生长速率法。木醋液抑菌试验设 5 个处理,分别为 CK(清水),木醋液 100、300、500、1 000 倍稀释液。每个处理重复 4 次。木醋液与农药配施抑菌试验设 6 个处理,分别为 CK;T1:农药(枯萎病为苯甲·多菌灵 2 000 倍液;灰霉病为腐霉利 300 倍液);T2:木醋液 300 倍液 + 农药;T3:木醋液 300 倍液 + 农药减量 20% (在 T1 的基础上减量,即 2400 倍液,下同);T4:木醋液 300 倍液 + 农药减量 40%;T5:木醋液 300 倍液 + 农药减量 60%。每个处理重复 4 次。

含药 PDA 平板的制作:加热 PDA 培养基至熔化后按试验设计比例添加药液,培养基与药液比例为 9 : 1,倒入直径 9 cm 的培养皿中,凝固后用直径 5 mm 打孔器在菌落边缘打取菌饼,每个平皿中接种 2 块菌饼,带菌面朝下,盖上皿盖,置于培养箱中 25 °C 恒温培养。当对照菌斑直径达到皿 2/3 时,用游标卡尺测量各处理菌落直径,计算抑菌率,并将抑菌率转化为机率值,将剂量取对数,求出毒力回归方程,并计算  $EC_{50}$ 、 $EC_{90}$ 。

番茄灰霉病菌于 2018 年 11 月 10 日接种,11 月

13 日测定;番茄枯萎病菌 2018 年 11 月 10 日接种,11 月 15 日测定。

抑菌率 = (对照菌落生长直径 - 处理菌落生长直径) / (对照菌落生长直径 - 菌饼直径) × 100%。

1.2.2 盆栽试验 木醋液对番茄枯萎病、番茄灰霉病的预防和治疗试验设 5 个处理,分别为 CK:对照(清水);T1:木醋液 100 倍稀释液;T2:木醋液 300 倍稀释液;T3:木醋液 500 倍稀释液;T4:木醋液 1 000 倍稀释液。每个处理重复 4 次。

木醋液与 20% 苯甲·多菌灵悬浮剂配施预防和治理番茄枯萎病设 6 个处理,分别为 CK:对照(清水);T1:苯甲·多菌灵 2 000 倍稀释液;T2:木醋液 300 倍稀释液 + 苯甲·多菌灵 2 000 倍稀释液;T3:木醋液 300 倍稀释液 + 苯甲·多菌灵减量 20% (在 T1 的基础上减量,下同);T4:木醋液 300 倍稀释液 + 苯甲·多菌灵减量 40%;T5:木醋液 300 倍稀释液 + 苯甲·多菌灵减量 60%。每个处理重复 4 次。

木醋液与 50% 腐霉利可湿性粉剂配施预防和治理番茄灰霉病试验设计同上,腐霉利为 300 倍稀释液。

1.2.2.1 枯萎病预防试验 盆栽番茄苗期 5~6 张叶时按试验设计,每株 5 mL 药液,灌根处理番茄苗,24 h 后灌根接种 5 mL 番茄枯萎病菌孢子悬浮液 ( $5 \times 10^6$  CFU/mL)。每处理重复 4 次。在温度为 28 °C、相对湿度 80% 条件下培养 14 d。调查发病情况。

1.2.2.2 枯萎病治疗试验 每株番茄苗灌根接种 5 mL 番茄枯萎病菌孢子悬浮液 ( $5 \times 10^6$  CFU/mL),24 h 后,用灌根方式每株苗施入 5 mL 药液。每处理重复 4 次。在温度 28 °C、相对湿度 80% 条件下培养 14 d。调查发病情况。

1.2.2.3 灰霉病预防试验 盆栽番茄苗期 5~6 张叶时按试验设计,叶面喷施药液,叶面无残留后 24 h,接种病菌 ( $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$  CFU/mL 分生孢子悬浮液,叶面喷雾)。每处理重复 4 次。在温度为 28 °C、相对湿度 90% 条件下培养 14 d。调查发病情况。

1.2.2.4 灰霉病治疗试验 盆栽番茄苗期 5~6 张叶时,叶面喷雾接种病菌 ( $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$  个/mL 分生孢子悬浮液),24 h 后,按试验设计,叶面喷施药液,每处理重复 4 次。在温度 28 °C、相对湿度 90% 条件下,培养 14 d。调查发病情况。

2018 年 11 月 19 日,枯萎病、灰霉病预防试验

灌溉或喷施药液,治疗试验接种病原菌;11月20日,枯萎病、灰霉病预防试验接种病原菌,治疗试验灌溉或喷施药液;2018年12月4日,调查发病情况。

枯萎病分级标准<sup>[17]</sup>如下,0级:无症状;1级:1或2张叶子明显变黄以致脱落;2级:3或4张真叶变黄,叶片萎蔫下垂;3级:5或6张真叶变黄,或真叶萎蔫下垂;4级:全株严重萎蔫以致枯死。计算病情指数和防治效果。

灰霉病分级标准参照 GB/T 17980.28—2000《农药田间药效试验准则》,0级:无病斑;1级:单叶片有病斑1~3个;3级:单叶片有病斑4~6个;5级:单叶片有病斑7~10个;7级:单叶片有病斑11~20个,部分密集成片;9级:单叶片有病斑密集占叶面积1/4以上。计算病情指数和防治效果。

病情指数 =  $\sum$ (各级病叶数(株数) × 相对病级值) / (调查总叶数(总株数) × 最高代表极值) × 100。

防治效果 = (空白对照的病情指数 - 药剂处理后的病情指数) / 空白对照病情指数 × 100%。

1.2.3 数据处理 采用 SPSS 20.0 进行数据统计分析处理, LSD 法进行显著性检验( $P < 0.05$ )。

## 2 结果与分析

### 2.1 木醋液对番茄枯萎病、灰霉病的防治效果

2.1.1 不同浓度木醋液对番茄枯萎病菌和灰霉病菌的抑制作用 木醋液对番茄枯萎病和灰霉病菌菌丝生长均有很好的抑制作用(表1),枯萎病菌菌落直径木醋液100倍稀释液 < 300倍稀释液 < 500倍稀释液 < 1000倍稀释液 ≈ 对照,表明木醋液稀释倍数越小抑菌效果越明显,稀释倍数小于500倍时,对枯萎病菌具有显著的抑制效果,其中木醋液100倍液(T1处理)的抑菌率可达85.82%。通过毒力回归方程计算得出,  $EC_{50}$  为 4.07  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ,  $EC_{90}$  为 12.22  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。木醋液稀释倍数小于500倍时对番茄灰霉病菌具有显著的抑制效果,且稀释倍数为100倍时,对番茄灰霉病菌抑菌率达到90.96%,  $EC_{50}$  为 3.87  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ,  $EC_{90}$  为 10.62  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。木醋液对番茄灰霉病菌和枯萎病菌抑菌效果也存在差异,木醋液稀释100倍时对灰霉病菌的抑制率要比枯萎病菌抑制率高5.14个百分点,且  $EC_{50}$ 、 $EC_{90}$  分别低4.94%和13.07%,表明木醋液对番茄灰霉病菌抑制效果要好于对枯萎病菌的抑制效果。

表1 木醋液对番茄枯萎病菌和灰霉病菌菌丝生长抑制作用

病菌	处理	菌落直径 (mm)	抑菌率 (%)	毒力回归方程	相关系数 (r)	$EC_{50}$ ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )	$EC_{90}$ ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )
枯萎病菌	T1	13.13 ± 2.20d	85.82	$y = 3.3643 + 2.6835x$	0.9911	4.07	12.22
	T2	37.13 ± 1.36c	43.94				
	T3	53.88 ± 2.17b	14.72				
	T4	58.63 ± 4.03ab	6.43				
	CK	62.31 ± 2.05a	-				
灰霉病菌	T1	9.13 ± 1.00d	90.96	$y = 3.2839 + 2.9209x$	0.9882	3.87	10.62
	T2	34.05 ± 1.27c	36.44				
	T3	43.53 ± 2.83b	15.70				
	T4	47.78 ± 5.10ab	6.40				
	CK	50.70 ± 2.76a	-				

注:表中数据为平均值 ± 标准差( $n = 4$ ),同一病菌同列数据后不同小写字母表示差异显著( $P < 0.05$ )。表2、表3、表4同。表中T1、T2、T3、T4分别代表木醋液100、300、500、1000倍稀释液。表2同。

### 2.1.2 木醋液对番茄枯萎病及灰霉病的防治作用

盆栽试验结果显示,木醋液对番茄枯萎病和灰霉病具有很好的预防和治疗作用(表2),且木醋液100倍和300倍稀释液的防治效果均显著高于500倍、1000倍稀释液和CK的防治效果,表明木醋液稀释倍数小于300倍时,对番茄枯萎病和灰霉病均具有预防和治疗作用。而且,木醋液100倍和300

倍稀释液对枯萎病的预防效果分别比治疗效果高12.77、4.54个百分点,表明木醋液对枯萎病的预防作用要高于治疗作用,对灰霉病的防治作用也表现出同样趋势。木醋液100、300、500、1000倍稀释液对灰霉病的预防效果分别比枯萎病的预防效果高8.40、14.91、2.72、1.34个百分点,比治疗效果上也分别高出了10.62、11.86、3.39、4.24个百分点,表明木

表 2 木醋液对番茄枯萎病及灰霉病的防治作用

病害	处理	预防作用		治疗作用	
		病情指数	防治效果 (%)	病情指数	防治效果 (%)
枯萎病	T1	22.25 ± 2.01c	64.44	30.24 ± 2.42c	51.67
	T2	42.48 ± 3.82b	32.11	45.32 ± 3.17b	27.57
	T3	59.25 ± 6.52a	5.31	60.37 ± 7.24a	3.52
	T4	59.00 ± 3.54a	5.71	62.01 ± 4.34a	0.89
	CK	62.57 ± 2.13a		62.57 ± 2.13a	
灰霉病	T1	21.35 ± 1.71c	72.84	29.65 ± 2.37c	62.29
	T2	41.65 ± 3.75b	47.02	47.62 ± 3.33b	39.43
	T3	72.31 ± 7.95a	8.03	73.19 ± 8.78a	6.91
	T4	73.08 ± 4.38a	7.05	74.58 ± 5.22a	5.14
	CK	78.62 ± 2.38a		78.62 ± 2.38a	

醋液对灰霉病和枯萎病的预防作用要好于其治疗作用,且对灰霉病的防治效果高于对枯萎病的防治效果。

## 2.2 木醋液与农药配施对番茄枯萎病及灰霉病的防治效果

### 2.2.1 木醋液与农药减量配施对番茄枯萎病菌及灰霉病菌的抑制效果

木醋液与农药配施可以提高农药的抑菌能力(表 3),木醋液 300 倍稀释液与农药配施比单独农药处理番茄枯萎病菌抑菌率提

高 0.98 百分点,灰霉病菌抑菌率提高 1.44 百分点。木醋液 300 倍液与农药减量 20%、40% 及 60% 配合使用,随农药用量的减少,抑菌率呈显著下降趋势。木醋液 300 倍液配合农药减量 20% 与农药减量 40%、60% 处理之间差异达显著水平,但与单独农药处理之间差异不显著,表明木醋液与农药配施,在农药减量 20% 的情况下,抑菌效果不降低。对枯萎病菌和灰霉病菌抑制作用表现一致。

表 3 木醋液与农药减量配施抑菌效果

处理	枯萎病菌		灰霉病菌	
	菌落直径 (mm)	抑菌率 (%)	菌落直径 (mm)	抑菌率 (%)
T1	10.34 ± 0.94c	90.59	16.06 ± 1.02c	73.37
T2	9.78 ± 1.06c	91.57	15.46 ± 1.78c	74.81
T3	9.86 ± 0.89c	91.43	17.19 ± 1.27c	70.65
T4	13.46 ± 1.39b	85.08	26.47 ± 2.15b	48.30
T5	15.63 ± 2.13b	81.26	26.26 ± 2.98b	48.81
CK	61.72 ± 2.05a		46.53 ± 2.13a	

注:T1、T2、T3、T4、T5 分别代表农药、木醋液 300 倍液 + 农药、木醋液 300 倍液 + 农药减量 20%、木醋液 300 倍液 + 农药减量 40%、木醋液 300 倍液 + 农药减量 60%,治疗枯萎病农药为苯甲·多菌灵 2 000 倍液,治疗灰霉病农药为腐霉利 300 倍液。表 4 同。

### 2.2.2 木醋液与农药减量配施对番茄枯萎病及灰霉病的防治作用

盆栽试验结果显示,木醋液与农药配施对番茄枯萎病和灰霉病都有很好的防治作用(表 4)。番茄枯萎病各处理预防效果高低顺序为木醋液 300 倍液与农药配施 > 单独农药处理 > 木醋液 300 倍液与农药减量 20% 处理 > 木醋液 300 倍液与农药减量 40% 处理 > 木醋液 300 倍液与农药减量 60% 处理 > CK,前三者之间差异不显著,表明木醋液与农药配施能提高番茄枯萎病预防效果,且农药减量 20% 的情况下,预防效果不降低;单独农

药处理、木醋液 300 倍液与农药配施处理、木醋液 300 倍液与农药减量 20% 配合处理与木醋液 300 倍液配合农药减量 40% 处理、木醋液 300 倍液配合农药减量 60% 处理之间差异均达显著水平,木醋液 300 倍液配合农药减量 40% 处理、木醋液 300 倍液配合农药减量 60% 处理之间差异不显著,表明虽然木醋液具有增效作用,但在农药减量 40% 以上时,预防效果显著下降。木醋液与农药配施对番茄枯萎病治疗效果与预防效果趋势基本一致,高低顺序同样为木醋液 300 倍液与农药配施 > 单独农药处

理 > 木醋液 300 倍液与农药减量 20% 处理 > 木醋液 300 倍液与农药减量 40% 处理 > 木醋液 300 倍液与农药减量 60% 处理 > CK, 同样木醋液 300 倍液配合农药减量 20% 处理与单独农药处理之间差异不显著, 但木醋液 300 倍液与农药配施、木醋液 300 倍液与农药减量 20% 处理、木醋液 300 倍液与农药减量 40% 处理、木醋液 300 倍液与农药减量 60% 处理之间差异均达显著水平, 表明在枯萎病治疗过程中农药减量会导致治疗效果显著下降, 但是农药减量 20% 与木醋液配施与单独使用农药效果相当。番茄枯萎病预防效果与治疗效果相比, 单独农药处

理、木醋液 300 倍液与农药配施、木醋液 300 倍液与农药减量 20% 处理、木醋液 300 倍液与农药减量 40% 处理、木醋液 300 倍液与农药减量 60% 处理分别高出 2.94、0.09、4.95、7.66、14.14 百分点, 表明对枯萎病的预防作用要好于治疗作用。

木醋液与农药配施对番茄灰霉病的防治效果与对枯萎病防治效果基本一致, 同样表现为木醋液与农药配施能提高预防和治疗效果(木醋液 300 倍液与农药配施 > 单独农药处理), 农药减量 20% 的情况下与木醋液配合使用防效同单独使用农药效果差异不显著, 预防效果要好于治疗效果。

表 4 木醋液与农药减量配施对番茄枯萎病、灰霉病的防治作用

病害	处理	预防作用		治疗作用	
		病情指数	防治效果 (%)	病情指数	防治效果 (%)
枯萎病	T1	18.92 ± 2.08c	70.08	20.78 ± 1.87de	67.14
	T2	18.32 ± 1.47c	71.03	18.38 ± 1.47e	70.94
	T3	19.21 ± 2.31c	69.62	22.34 ± 2.68d	64.67
	T4	28.67 ± 2.58b	54.66	33.52 ± 3.02c	47.00
	T5	31.28 ± 2.16b	50.54	40.22 ± 3.76b	36.40
	CK	63.24 ± 1.89a		63.24 ± 1.89a	
灰霉病	T1	20.16 ± 2.22c	73.76	22.34 ± 2.01c	70.92
	T2	18.34 ± 1.47c	76.13	21.68 ± 1.73c	71.78
	T3	19.68 ± 2.36c	74.38	23.56 ± 2.83c	69.33
	T4	32.46 ± 2.92b	57.75	40.65 ± 3.66b	47.08
	T5	33.46 ± 2.86b	56.44	42.68 ± 4.79b	44.44
	CK	76.82 ± 2.57a		76.82 ± 2.57a	

### 3 讨论与结论

现有研究表明, 木醋液对植物病虫害具有很好的预防和治疗作用, 马骏等研究了木醋液对马铃薯晚疫病菌的抑菌作用, 发现 2% 以上浓度的木醋液对菌丝生长有明显的抑制作用<sup>[18]</sup>。李维蛟等研究发现, 木醋液 150 倍稀释液处理北方根结线虫、花生根结线虫、南方根结线虫、爪哇根结线虫 72 h, 校正死亡率分别达到了 76.3%、78.4%、77.9%、72.2%<sup>[19]</sup>。本研究结果表明, 木醋液对番茄枯萎病菌、灰霉病菌具有显著的抑制作用, 稀释 100 倍时, 抑菌率分别达到 85.82%、90.97%; 盆栽试验结果表明, 木醋液 100 倍稀释液对番茄枯萎病、灰霉病的预防效果分别为 64.44%、72.84%, 治疗效果分别为 51.67%、62.29%。木醋液对灰霉病的防治效果要好于对枯萎病的防效, 可能与病原菌类型及木醋液的施用方式不同有关, 王海英等通过统计木醋液

对不同病原菌的抑菌作用, 得出木醋液对细菌抑制作用要高于对真菌的抑制作用<sup>[11]</sup>。表明病菌类型不同, 防治效果也会存在差异。盆栽试验中枯萎病为灌根处理, 木醋液中部分有效成分可能被栽培基质吸附, 降低了木醋液的有效性; 对灰霉病的防治试验为叶面直接喷施, 与病菌接触更加充分, 因此对灰霉病防治效果要好于对枯萎病的防效。木醋液具有抑菌和杀菌作用是多种活性成分共同作用的结果, 其中酚类和酸类起主要作用<sup>[11,20]</sup>, 目前研究结果显示, 木醋液主要通过抑制细菌分裂速度、破坏细菌细胞膜、外泄细菌内部电解液以及抑制细菌蛋白合成来实现<sup>[21-22]</sup>。

木醋液与农药配合使用可提高农药药效, 孙剑华等的研究表明, 在相同用药量的前提下, 加入 400 倍稀释的木醋液防治害虫, 防效可提高 30% 左右<sup>[23]</sup>。潘玉蕊等研究表明, 农药在减量 10% ~ 20% 的情况下与木醋液配合喷施可有效控制烟草田

间病害的发生,并对烟草产量、品质及产值无影响<sup>[24]</sup>。本研究结果与前人结论基本一致,木醋液与农药配合同样提高了杀菌剂对番茄枯萎病和灰霉病的防治效果,且农药减量 20% 的情况下,配合木醋液 300 倍稀释液进行病害防治与杀菌剂单独处理的防治效果一致。添加木醋液能提高杀菌剂对作物病害防治效果的原因可能是在与农药配合使用时,木醋液本身也发挥了抑菌作用;此外,木醋液含有大量的醇类、醛类、酮类等有机分子,能对杀菌剂的活性成分起到表面活性剂的增溶作用,同时也降低药液的表面张力,增强其附着延展性、渗透性,进而提高了杀菌剂的利用率,因此在杀菌剂减量的情况下,防治效果不降低。

本试验研究了木醋液对番茄枯萎病、灰霉病的防治作用,应用效果明显,但对于木醋液抑菌机理、调节机制尚不明确,需要进一步研究。在应用方面,蔬菜病原菌种类繁多,木醋液对其他病菌是否具有同样的抑菌效果还需进一步研究;另外,农药种类也很多、性质也各异,木醋液与其他农药配合的应用效果还需进一步研究。

#### 参考文献:

- [1]郑建秋,郑翔,孙海,等. 设施蔬菜施药中存在问题及技术改进[J]. 中国蔬菜,2017(5):87-89.
- [2]杨峻,朱春雨,张楠,等. 我国蔬菜及特色作物用药现状及对策探讨[J]. 植物保护,2014,40(3):1-4.
- [3]卢辛成,蒋剑春,孙康,等. 木醋液的制备、精制与应用研究进展[J]. 林产化学与工业,2017,37(3):21-30.
- [4]王海英,杨国亭,周丹. 木醋液研究现状及其综合利用[J]. 东北林业大学学报,2004,32(5):55-57.
- [5]许英梅,高连连,朴永哲,等. 不同精制法松树木醋液中生物活性组分的富集[J]. 大连民族学院学报,2015,17(3):207-210.
- [6]Fagermas L, Kuoppala E, Tiilikkala K, et al. Chemical composition of birch wood slow pyrolysis products[J]. Energy and Fuels, 2012, 26(2):1275-1283.
- [7]Wang M F, Jiang E C, Xiong L M, et al. Components characteristics of wood vinegar from rice husk continuous pyrolysis and catalytic cracking[J]. Applied Mechanics and Materials, 2013, 291(2):368-374.
- [8]潘洁,肖辉,程文娟,等. 木醋液土壤灌溉对土壤养分、番茄产量及品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2016(2):61-64,77.
- [9]平安,杨国亭,高方,等. 木醋液叶面喷洒对人参产量及人参皂苷含量的影响[J]. 华北农学报,2010,25(4):235-238.
- [10]张立华,王丹,官文哲,等. 枣核木醋液化学成分分析及其抑菌活性[J]. 食品科学,2016,37(14):123-127.
- [11]王海英,曹宏颖. 农林废弃物木醋液抑菌机理进展[J]. 安徽农业科学,2014,42(3):741-742,839.
- [12]徐岩岩,孙春岐,寇成,等. 精制山杏壳木醋液对甜瓜细菌性果腐病的防治效果[J]. 北方园艺,2017(2):126-128.
- [13]李燕,张玉凤,林海涛,等. 木醋液对小麦根腐病致病菌及小麦发芽的影响[J]. 山东农业科学,2017,49(4):96-99,111.
- [14]杨晓云,张斌,刘邈洲,等. 4种常用杀菌剂对江苏省番茄枯萎病菌的毒力[J]. 植物保护,2016,42(1):208-213,237.
- [15]田雪莲,尹昱慧,李荣玉,等. 几种杀菌剂对番茄枯萎病的毒力及田间防效[J]. 农药,2015,54(2):143-145,149.
- [16]高翠珠,杨红玲,黄夏宇,等. 湖北省设施番茄灰霉病发生规律及流行因子分析[J]. 植物保护,2019,45(2):164-169.
- [17]马欣,霍蓉,乔俊卿,等. 黄柏提取物对番茄枯萎病的生物防治效果[J]. 江苏农业科学,2016,45(5):178-180.
- [18]马骏,刘霞,王洪洋,等. 木醋液对马铃薯晚疫病病菌的抑制作用[J]. 中国马铃薯,2011,25(5):306-308.
- [19]李维蛟,李强,胡先奇. 木醋液的杀线活性及对根结线虫病的防治效果研究[J]. 中国农业科学,2009,42(11):4120-4126.
- [20]Mun S P, Ku C S. Pyrolysis GC-MS analysis of tars formed during the aging of wood and bamboo crude vinegars[J]. Journal of Wood Science, 2010, 56(1):47-52.
- [21]Wei Q, Ma X H, Dong J E. Preparation, chemical constituents and antimicrobial activity of pyrolytic acids from walnut tree branches[J]. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2010, 87(1):24-28.
- [22]彭美芳,陈文学,李宇真,等. 草果提取物对金黄色葡萄球菌抑菌机制的初探[J]. 食品工业科技,2013,34(24):79-82.
- [23]孙剑华,沈晓昆,陈永宁. 竹(木)醋液与不同农药混配在蔬菜病虫害防治中的应用[J]. 长江蔬菜,2008(11):87-89.
- [24]潘玉蕊. 达布西拉图. 减农药配施炭-醋材料对烟草生长与病害的影响[J]. 中国农学通报,2018,34(21):42-47.