

# 五种杀菌剂和二种诱导剂防治枣缩果病研究

邢艺林<sup>1,2</sup>, 张敏<sup>1,2</sup>, 申红妙<sup>1,2</sup>, 郭金堂<sup>3</sup>, 冉隆贤<sup>1,2</sup>

(1. 河北农业大学 林学院, 河北 保定 071000; 2. 河北省林木种质资源与森林保护重点实验室, 河北 保定 071000;

3. 河北省山区研究所, 河北 保定 071001)

**摘 要:**以苯甲丙环唑、多菌灵、多抗霉素、异菌脲、戊唑醇 5 种杀菌剂和水杨酸、水杨酸钠 2 种诱导剂为试材,以链格孢菌(*Alternaria alternata*)为靶标病原菌,采用菌丝生长速率法和孢子萌发抑制法测定其对链格孢菌的毒性,并进行了林间药剂防治试验。结果表明:5 种杀菌剂中对链格孢菌的抑制效果较好的药剂有苯甲丙环唑和异菌脲,其  $EC_{50}$  值分别为  $0.519\ 6$ 、 $0.517\ 5\ \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ , 对链格孢菌孢子萌发的抑制率分别为  $73.5\%$  和  $74.9\%$ ;  $0.5 \sim 3.0\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  水杨酸和  $0.5 \sim 7.0\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  水杨酸钠对链格孢菌的孢子萌发和菌丝生长均无抑制作用。林间防治中,苯甲丙环唑和异菌脲防治效果最好,防效分别为  $94.7\%$  和  $92.9\%$ ;施用  $3.0\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的水杨酸和水杨酸钠后,枣缩果病的发病率均显著低于对照,水杨酸和水杨酸钠的诱导抗病效果分别为  $72.0\%$  和  $57.3\%$ 。

**关键词:**链格孢菌;化学防治;枣缩果病;诱导抗病性;枣树

**中图分类号:**S 436.629 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)20-0122-05

枣缩果病是全国各枣产区中最常见、危害最严重的枣果病害,枣果被病原菌侵染后,先出现淡黄色不规则水渍斑点,随后病部的果肉变褐色,紧缩坏死,整个病枣瘦小,有苦味,并且使枣果提前脱落。该病在河北、河南、陕西和山西等枣区发生严重,一般年份造成减产  $30\% \sim 50\%$ <sup>[1-3]</sup>,严重时导致绝产,严重影响了我国枣产业的发展。

枣缩果病的防治主要以化学药剂为主,但由于枣缩果病病原菌报道的种类繁多<sup>[4]</sup>,导致化学药剂防治目标不明确,生产上难以制定有效的防治策略,林间防治研究进展缓慢。李京涛等<sup>[5]</sup>试验表明,“铁皮净”加“缩果宁 2 号”具有明显的防治效果;李士富等<sup>[6]</sup>报道,农用链霉素的各处理防治效果普遍高于“缩果宁”各处理,而侯晓杰等<sup>[7]</sup>的林间试验结果表明,  $50\%$  多菌灵 S-WP 的防治效果较好,但是含有农用链霉素的处理效果较差;宋宏伟等<sup>[8]</sup>筛选出  $85\%$  枣病克星可湿性粉剂防治枣缩果病效果较好,喷施“缩果宁”防治效果较差,波尔多液几乎

没有防治效果;李志清等<sup>[9]</sup>试验则表明,  $3\%$  克菌康可湿性粉剂与波尔多液交替使用防治效果最佳。可见,目前对于枣缩果病还没有高效、实用的防治药剂。

根据河北农业大学林木病理实验室的研究结果,链格孢菌(*Alternaria alternata*)为枣缩果病的初侵染病原菌<sup>[10]</sup>。于占晶等<sup>[11]</sup>以 *A. alternata* 为靶标菌,室内筛选出代森锰锌、异菌脲、多菌灵等几种有效抑菌药剂;张萍等<sup>[12]</sup>发现 *A. alternata* 为枣区主要的致病菌,施用  $80\%$  大生 M-45WP 和  $50\%$  多菌灵 WP 防治效果较好,在生产上可以交替使用;向征<sup>[13]</sup>认为大田化学防治应优先考虑苯甲丙环唑、肟菌戊唑醇和啉菌苯醚甲环唑作为防治药剂;蔡龙<sup>[14]</sup>的林间试验结果表明戊唑醇和多抗霉素防治效果较高;韩党悦等<sup>[15]</sup>研究表明喷施水杨酸可以明显提高枣树抗缩果病的能力。因此,试验选用苯甲丙环唑、异菌脲、多菌灵、戊唑醇、多抗霉素等 5 种杀菌剂以及水杨酸和水杨酸钠等 2 种诱导剂,以 *A. alternata* 为病原菌,在室内进行毒性测定,然后喷施到林间,观察室内测定结果与林间防治效果,以期找到防治枣缩果病最有效的防治药剂,减少枣缩果病对枣果的危害。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验在河北农业大学苗圃和河北省行唐县寺上村枣园进行。供试药剂及生产厂家见表 1。链格孢菌 *Alternaria alternata* CN192 菌株,分离自河北省行唐县

**第一作者简介:**邢艺林(1989-),男,硕士研究生,研究方向为林木病害防治。E-mail:xyll1412kid@163.com.

**责任作者:**冉隆贤(1962-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为植物病害生物防治及植物诱导抗病性。E-mail:longxianran@163.com.

**基金项目:**河北省自然科学基金资助项目(C2016204202)。

**收稿日期:**2016-08-04

表 1 试验药剂及生产厂家

Table 1 The chemicals and manufacturers

编号 No.	药剂 Chemical	生产厂家 Manufacturer
1	苯甲丙环唑乳油	青岛泰生生物科技有限公司
2	80%多菌灵可湿性粉剂	深圳诺普信农化股份有限公司
3	3%多抗霉素水剂	乳山韩威生物科技有限公司
4	50%异菌脲可湿性粉剂	美国富美实公司
5	戊唑醇悬浮剂	江苏建农农药化工有限公司
6	水杨酸	天津市进丰化工有限公司
7	水杨酸钠	天津市光复精细化工研究所

寺上村枣园的病枣<sup>[10]</sup>,由河北农业大学林木病理实验室保存和提供。

## 1.2 试验方法

1.2.1 对链格孢菌孢子萌发的抑制作用 将链格孢菌接种到 PDA 培养基上,置于 25℃ 培养箱内恒温培养 5 d。用无菌水配制成链格孢菌孢子悬浮液,取 50 μL 置于凹玻片的凹槽中,在 10×10 倍镜下观察,直至将菌悬液浓度调试至每个视野中有 50~60 个孢子为宜。将苯甲丙环唑、多菌灵、多抗霉素、异菌脲和戊唑醇 5 种杀菌剂用无菌水配成 500 倍液,水杨酸和水杨酸钠 2 种诱导剂配制成浓度梯度为 0.5、1.0、3.0、5.0、7.0 mmol·L<sup>-1</sup> 的药剂,以无菌水为对照,各处理取 50 μL 药液和 50 μL 孢子悬浮液放入载玻片混匀,每种药剂重复 3 次,25℃ 保湿培养。12 h 后在显微镜下检测不同处理的孢子萌发率<sup>[16]</sup>。孢子萌发抑制率(%)=(对照孢子萌发率-处理孢子萌发率)/对照孢子萌发率×100。

1.2.2 对链格孢菌菌丝生长的毒力测定 在超净工作台中,将 PDA 培养基 9 mL 与稀释后的苯甲丙环唑 1 mL 混合配制成 2 000、4 000、8 000、16 000 和 32 000 倍液,多菌灵配制成 3 000、6 000、12 000、24 000 和 48 000 倍液,多抗霉素配制成 4 000、8 000、16 000、32 000 和 64 000 倍液,异菌脲配制成 8 000、16 000、32 000、64 000 和 128 000 倍液,戊唑醇配制成 2 000、4 000、8 000、16 000 和 32 000 倍液,均设 PDA 培养基为对照,之后用打孔器取 CN192 菌株的菌落块放置于上述配制好的培养基中央,25℃ 恒温培养箱培养,观察菌丝生长速度,测量菌落直径,重复 3 次。然后测定各药剂不同浓度对链格孢菌菌丝生长的抑制效果<sup>[17]</sup>。计算药剂不同浓度对链格孢菌菌丝生长的抑制率,求出毒力回归方程,并计算出 EC<sub>50</sub>,比较各药剂的效果<sup>[18]</sup>。在 PDA 培养基中分别加入不同浓度的水杨酸和水杨酸钠,配制成含水杨酸和含水杨酸钠浓度分别为 0.5、1.0、3.0、5.0、7.0 mmol·L<sup>-1</sup> 的培养基,另设 PDA 培养基为对照。培养基高压灭菌后,在超净工作台将培养基倒入灭菌培养皿中,每皿 10 mL。用打孔器取 CN192 菌株的菌落块放置于上述倒好的培养基中央,25℃ 恒温培养箱培养,观察菌丝生长速度,测量菌落直径,重复 3 次。菌丝生长抑制率(%)=(对照菌落直

径-处理菌落直径)/对照菌落直径×100。

1.2.3 林间防治 将河北省行唐县寺上村枣园和河北农业大学苗圃的试验地分别分成几个小区,各小区随机分布。2015 年 6 月 15 日开始,在 2 个试验地的各小区分别喷施苯甲丙环唑 3 000 倍、多菌灵 2 000 倍、多抗霉素 1 500 倍、异菌脲 1 000 倍和戊唑醇 5 000 倍液,每隔 10 d 喷施 1 次,共喷施 8 次。设清水喷施作为对照,小区内随机选取发病一致的 3~4 株枣树,3 次重复,每个处理 9~10 株枣树,每株枣树选择 6~8 个枝条调查。在最后一次施药后进行第 1 次数据调查,在枣果采收前进行第 2 次数据调查。2015 年 8 月 26 日开始,在河北省行唐县寺上村枣园的试验地另选 3 个小区,分别喷施 3.0 mmol·L<sup>-1</sup> 水杨酸和 3.0 mmol·L<sup>-1</sup> 水杨酸钠 2 种诱导剂,设清水喷施作为对照,每隔 10 d 喷施 1 次,共喷施 3 次,每个小区内随机选取发病一致的 3~4 株枣树,3 次重复,每个处理 9~10 株枣树,每株枣树选择 6~8 个枝条调查。在枣果采收前进行数据调查。数据调查后分别记录喷药枣树枝条及对照枝条的总果数及病果数,计算发病率和防治效果。发病率(%)=(病果总数/调查总果数)×100。防治效果(%)=(对照病果率-处理病果率)/对照病果率×100。

## 1.3 数据分析

根据记录结果,对百分率进行反正弦转换,用 SPSS 17.0 软件进行方差分析,统计各处理平均值的差异,并用 LSD 最小显著差异法比较各处理间的差异显著性( $P=0.05$ ,  $P=0.01$ )。采用 Excel 2007 软件作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 室内毒性测定效果

2.1.1 杀菌剂对链格孢菌孢子萌发的抑制作用 由表 2 可以看出,与对照相比,5 种杀菌剂对链格孢菌孢子萌发均有一定的抑制作用。方差分析可知,苯甲丙环唑和异菌脲对链格孢菌孢子萌发的抑制作用较强,均显著高于其它处理,且二者之间差异不显著;多菌灵的抑制作用次之,而多抗霉素和戊唑醇抑制效果较差。

表 2 几种杀菌剂对链格孢菌孢子萌发的抑制率

Table 2 Inhibition of spore germination in *Alternaria*

*alternata* by different fungicides

药剂 Fungicide	孢子萌发率 Spore germination rate/%	抑菌率 Inhibition rate/%	5%显著水平 $P=0.05$	1%显著水平 $P=0.01$
异菌脲 Iprodione	2.2	74.9	a	A
苯甲丙环唑 Benzoyl propiconazole	3.3	73.5	a	A
多菌灵 Carbendazim	28.0	40.7	b	AB
多抗霉素 Polyoxins	41.0	24.9	c	B
戊唑醇 Tebuconazole	54.0	7.8	d	B
清水 Water	77.0	0.0	d	B

2.1.2 杀菌剂对链格孢菌菌丝生长的毒性 由表 3 可以看出,苯甲丙环唑、异菌脲、戊唑醇、多菌灵和多抗霉素 5 种杀菌剂有效中浓度分别为 0.519 6、0.517 5、0.428 1、24 089.312 4、1 698.101 0  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ,其中,苯甲丙环唑、异菌脲和戊唑醇有效中浓度较低,抑制菌丝作用好,而多菌灵和多抗霉素基本没有抑制菌丝生长的作用。从相关系数来看,5 种药剂均在 0.92 以上,药剂浓度与抑制效果呈正相关。

表 3 几种杀菌剂的毒力方程和有效中浓度

Table 3 Virulence regression equation and the median effective concentrations of different fungicides

药剂 Fungicides	毒力回归方程 Virulence regression equation	相关系数 Correlation coefficient	$\text{EC}_{50}$ /( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
苯甲丙环唑 Benzoyl propiconazole	$y=5.083\ 6+0.294\ 0x$	0.951 0	0.519 6
异菌脲 Iprodione	$y=5.094\ 0+0.328\ 6x$	0.993 9	0.517 5
戊唑醇 Tebuconazole	$y=5.130\ 9+0.355\ 4x$	0.951 1	0.428 1
多菌灵 Carbendazim	$y=3.708\ 0+0.295\ 0x$	0.921 0	24 089.312 4
多抗霉素 Polyoxins	$y=3.124\ 6+0.580\ 6x$	0.969 8	1 698.101 0

2.1.3 诱导剂对链格孢菌孢子萌发的抑制作用 由表 4 可以看出,水杨酸对链格孢菌孢子萌发的抑制作用随浓度的提升而增大;经方差分析可知,当处理浓度为 5.0  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  和 7.0  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,与对照存在极显著性差异,表明可以很好地抑制链格孢菌孢子的萌发。水杨酸钠的测定结果见表 5,方差分析可知,各浓度的水杨

表 4 不同浓度水杨酸对链格孢菌孢子萌发的抑制作用

Table 4 Inhibition of spore germination in *Alternaria alternata* by different concentrations of salicylic acid

处理浓度 Concentration /( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	孢子萌发率 Spore germination rate /%	抑菌率 Inhibition rate /%	5%显著水平 $P=0.05$	1%显著水平 $P=0.01$
7.0	31.0	68.7	a	A
5.0	52.0	47.4	b	B
3.0	97.9	1.0	c	C
1.0	96.5	2.4	c	C
0.5	98.4	0.5	c	C
0.0	98.9	0.0	c	C

表 5 不同浓度水杨酸钠对链格孢菌孢子萌发的抑制作用

Table 5 Inhibition of spore germination in *Alternaria alternata* by different concentrations of sodium salicylate

处理浓度 Concentration /( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	孢子萌发率 Spore germination rate /%	抑菌率 Inhibition rate /%	5%显著水平 $P=0.05$	1%显著水平 $P=0.01$
7.0	96.2	2.3	a	A
5.0	96.7	1.8	a	A
3.0	98.3	0.2	a	A
1.0	95.6	2.9	a	A
0.5	97.1	1.4	a	A
0.0	98.5	0.0	a	A

酸钠结果与对照差异性不显著,说明水杨酸钠对链格孢菌孢子萌发无抑制作用。

2.1.4 诱导剂对链格孢菌菌丝生长的毒力 由表 6 可以看出,水杨酸对链格孢菌菌丝生长的抑制作用随浓度的提升而增大;经方差分析可知,当处理浓度为 5.0  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  和 7.0  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  时,与对照存在极显著性差异,表明高浓度水杨酸对链格孢菌的菌丝有毒性;各浓度的水杨酸钠对链格孢菌菌落的生长没有抑制作用(表 7)。所以该试验用 3.0  $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  的水杨酸和水杨酸钠进行林间诱导抗病试验。

表 6 不同浓度水杨酸对链格孢菌菌丝生长的抑制作用

Table 6 Inhibition of mycelium growth in *Alternaria alternata* by different concentrations of salicylic acid

处理浓度 Concentration /( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	菌落直径 Diameter of colony /cm	抑制率 Inhibition rate /%	5%显著水平 $P=0.05$	1%显著水平 $P=0.01$
7.0	1.0 $\pm$ 0.5	82.3	a	A
5.0	2.2 $\pm$ 0.4	63.1	b	B
3.0	5.4 $\pm$ 0.4	5.8	c	C
1.0	5.4 $\pm$ 0.2	4.1	c	C
0.5	5.7 $\pm$ 0.3	1.7	c	C
0.0	5.6 $\pm$ 0.4	0.0	c	C

表 7 不同浓度水杨酸钠对链格孢菌菌丝生长的抑制作用

Table 7 Inhibition of mycelium growth in *Alternaria alternata* by different concentrations of sodium salicylate

处理浓度 Concentration/( $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )	菌落直径 Diameter of colony/cm	5%显著水平 $P=0.05$	1%显著水平 $P=0.01$
7.0	3.8 $\pm$ 0.2	a	A
5.0	3.7 $\pm$ 0.3	a	A
3.0	3.8 $\pm$ 0.2	a	A
1.0	3.9 $\pm$ 0.1	a	A
0.5	3.8 $\pm$ 0.2	a	A
0.0	3.8 $\pm$ 0.2	a	A

## 2.2 林间防治效果

2.2.1 杀菌剂林间防治结果 在河北省行唐县寺上村枣园的林间防效调查结果见图 1。第 1 次调查(8 月 27 日),苯甲丙环唑、异菌脲和多菌灵的防治效果分别为 100%、100%和 85.7%,与对照有显著性差异;戊唑醇防治效果为 49.2%,效果居中;多抗霉素防治效果为 21.6%,效果最差。第 2 次调查(9 月 23 日),苯甲丙环唑和异菌脲的防治效果为 94.7%和 92.9%,有很好的防治效果;多菌灵和多抗霉素也有一定的防治效果,分别为 42.5%和 50.1%;而戊唑醇与对照差异不显著,基本没有防治效果。综合来看,苯甲丙环唑和异菌脲无论是在发病初期还是后期,都显示出较好的防治效果,多抗霉素在后期显示出一定的防治效果,戊唑醇在前期有一定的防治效果,但是后期基本没有防治效果。

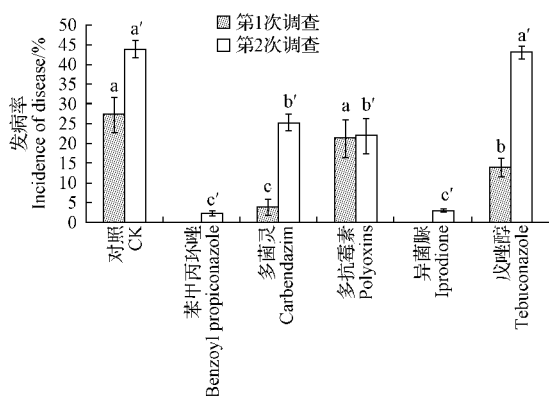


图1 行唐县枣缩果病药剂防治效果

Fig. 1 Control effects of different chemical agents on jujube-fruit shrink disease in Xingtang county

在河北农业大学苗圃的林间防效调查结果见图2。第1次调查(8月27日),苯甲丙环唑与异菌脲防治效果分别为75.8%和59.5%,与对照有显著性差异;多菌灵防治效果为31.1%,防治效果一般;多抗霉素和戊唑醇与对照无显著性差异,基本没有防治效果。第2次调查结果(9月23日),苯甲丙环唑与异菌脲防治效果分别为79.4%和63.0%,与对照有显著性差异;多菌灵防治效果为33.2%,防治效果较差;多抗霉素和戊唑醇与对照无显著性差异,基本没有防治效果。在河北农业大学苗圃调查的结果与在河北省行唐县寺上村枣园内调查的结果基本一致,其中苯甲丙环唑与异菌脲均表现出较好的防治效果。

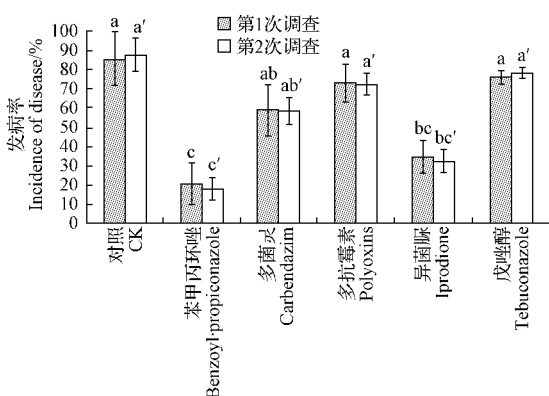


图2 河北农业大学苗圃药剂防治效果

Fig. 2 Control effects of different chemical agents on jujube-fruit shrink disease in nursery of Hebei Agricultural University

2.2.2 诱导抗病效果 在河北省行唐县寺上村枣园,10月1日调查结果见图3。施用水杨酸和水杨酸钠后,发病率均与对照自然发病率有显著性差异,且施用水杨酸后诱导抗病效果明显,达72.0%,而且对枣缩果病的发生有一定的延迟作用,调查时发病枣果多为初期病斑。

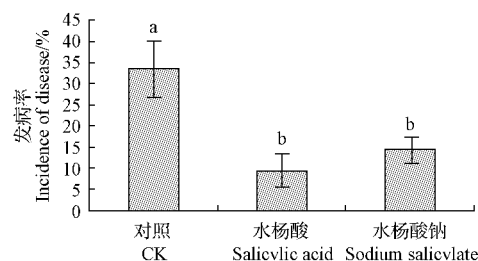


图3 行唐枣缩果病诱导抗病效果

Fig. 3 Induced resistance against jujube-fruit shrink disease in Xingtang county

### 3 结论与讨论

经抑制链格孢菌孢子萌发试验并计算  $EC_{50}$  值,苯甲丙环唑和异菌脲都显示出了很好的效果,而且相关系数在0.92以上,表明药剂浓度与抑制效果呈正相关。随后的林间防治试验也表明,苯甲丙环唑和异菌脲是最佳的防治药剂,因此,林间防治该病害,可以考虑使用苯甲丙环唑和异菌脲,建议使用产品推荐浓度,花期就开始施药。在室内试验中,戊唑醇有效中浓度虽然最低,但是对孢子萌发抑制作用不佳,在林间试验中,前期虽然有一定的防治效果,但是后期作用不大。同时,室内试验结果与林间防治效果基本一致,这也进一步证明了 *A. alternata* 就是枣缩果病的病原菌,这一结果与韩党悦<sup>[10]</sup>的研究结果完全吻合。

在防治果树病害方面,多年来生产上普遍使用化学药剂<sup>[19]</sup>。周求根等<sup>[20]</sup>在贡梨果实黑斑病室内防治药剂筛选中,发现苯甲丙环唑、异菌脲、戊唑醇对链格孢菌孢子萌发和菌丝生长有较强的抑制作用,该试验苯甲丙环唑和异菌脲表现出的抑制效果与周求根等<sup>[20]</sup>的结果一致,且与于占晶等<sup>[11]</sup>和向征<sup>[13]</sup>的试验结果也基本一致,但是戊唑醇的抑制作用表现较差。陈小飞等<sup>[21]</sup>关于室内毒力测定的研究表明,80%多菌灵 WP 对骏枣黑斑病菌显示出一定的效果,而该试验中表现不佳,可能是因为地域不同导致链格孢属真菌存在差异。张朝红等<sup>[22]</sup>的研究表明,多抗霉素和多菌灵在室内试验中,对链格孢菌的抑制效果较差,这与该试验结果一致。蔡龙<sup>[14]</sup>的林间防治试验中,戊唑醇和多抗霉素防治效果最好,这与该试验结果存在差异,其原因可能是不同品种的枣对试验结果影响很大<sup>[14]</sup>。

水杨酸在植物中有多种生理调节作用,是植物感病后活化系列防卫反应信号传递过程中的重要组成成分,用水杨酸预处理可以增强植物多种防卫反应机制,从而提高植物的抗病性<sup>[23]</sup>。该试验中,0.5~3.0 mmol·L<sup>-1</sup>水杨酸和0.5~7.0 mmol·L<sup>-1</sup>水杨酸钠对链格孢菌的孢子萌发和菌丝生长均无抑制作用,表明在林间施用3.0 mmol·L<sup>-1</sup>的2种化学物质后,枣树可以被诱导产

生对缩果病的抗性,进一步验证了水杨酸和水杨酸钠的诱导抗病效果,且水杨酸的诱导效果高于水杨酸钠,这与韩党悦等<sup>[15]</sup>的试验结果一致。最新研究表明,水杨酸还有提高苹果保质期、阻止病原菌侵染和保留水果物理、化学性质的作用<sup>[24]</sup>。

综上所述,在枣树缩果病发病较重的枣园,建议前期交替使用苯甲丙环唑和异菌脲,8月下旬喷施水杨酸,可以有效控制枣缩果病的危害。

### 参考文献

- [1] 姚俊蕊,徐广益.枣树缩果病发生原因及其防治对策[J].中国植保导刊,2007,27(7):20-21.
- [2] ZHANG C,LIU Y,LIU M,et al. Occurrence and pathogens of fruit shrink disease in *Zizyphus jujuba* Mill[J]. Frontiers of Agriculture in China, 2011,5(3):351-355.
- [3] 张锋,陈志杰,李英梅,等.陕西枣树缩果病流行因素研究[J].中国农学通报,2008,24(11):384-387.
- [4] 赵素凤.枣缩果病发病规律及防治研究进展[J].内蒙古林业调查设计,2010,33(6):94-96.
- [5] 李京涛,陈素珍,王海臣.枣缩果病的防治药效对比试验[J].河北林业科技,2004(4):10.
- [6] 李士富,胡春明,王海鹏,等.农用链霉素等农药防治枣缩果病试验[J].山西果树,2008(5):14-15.
- [7] 侯晓杰,张海章,李茂松,等.枣缩果病高效杀菌剂筛选研究[J].河北果树,2014(3):7-8.
- [8] 宋宏伟,宋小菊,刘俊磊,等.12种杀菌剂防治枣缩果病田间药效试验报告[J].河南林业科技,1999(3):9-11.
- [9] 李志清,郭利民,赵俊芳,等.3%克菌康防治枣黑腐病药效试验[J].中国果树,2005(3):33-34.
- [10] 韩党悦.枣缩果病初侵染病原及防治研究[D].保定:河北农业大学,2012.
- [11] 于占晶,侯晓杰,冉隆贤.壶瓶枣褐斑病的室内药剂筛选[J].中国森林病虫,2009,28(4):27-29.
- [12] 张萍,宋文,薛根生,等.新疆巴州地区红枣缩果病病原鉴定及田间防治药剂的筛选[J].北方园艺,2014(18):128-132.
- [13] 向征.新疆南疆两种枣树病害的研究[D].石河子:石河子大学,2013.
- [14] 蔡龙.红枣黑斑病发病研究及药剂防治试验[J].山西果树,2013(3):3-5.
- [15] 韩党悦,杜绍华,许阳,等.水杨酸诱导枣树抗缩果病研究[J].河北农业大学学报,2012,35(3):90-95.
- [16] 邢小萍,袁虹霞,孙炳剑,等.11种杀菌剂对小麦黑胚病菌的室内毒力测定[J].河南农业科学,2006(12):54-55.
- [17] 王新花,万光生,潘若良,等.防治板栗疫病室内药物毒力测定[J].山东林业科技,1998(1):24-26.
- [18] 陈年春.农药生物测定技术[M].北京:北京农业大学出版社,1991:102-105.
- [19] TIAN S P, YAO H J, QIN G Z, et al. Sensitivity of four yeasts to fungicides and CO<sub>2</sub> concentrations and theirs antagonistic ability in combination with fungicide to pathogenic fungi *in vitro* [J]. Agricultural Sciences in China, 2004(3):205-215.
- [20] 周永根,李诚,蒋军喜,等.贡梨果实黑斑病病原菌鉴定及室内防治药剂筛选[J].中国南方果树,2013,42(5):35-38.
- [21] 陈小飞,黄敏,胡守林,等.10种杀菌剂及其混配剂对骏枣黑斑病菌室内毒力测定[J].中国农学通报,2013,29(4):200-205.
- [22] 张朝红,李扬,刘孟军.7种化学药剂对枣果主要致病菌的室内毒力测定[J].河北农业科学,2014(5):33-35.
- [23] 沈文彪,徐朗莱,叶炳茂.水杨酸诱导植物抗病性的新进展[J].生物化学与生物物理进展,1999,26(3):237-240.
- [24] DA ROCHA N A C, LUIZ C, MARASCHIN M, et al. Efficacy of salicylic acid to reduce *Penicillium expansum* inoculum and preserve apple fruits [J]. International Journal of Food Microbiology, 2016, 221:54-60.

## Control of Jujube-fruit Shrink Disease With Five Fungicides and Two Inducing Agents

XING Yilin<sup>1,2</sup>, ZHANG Min<sup>1,2</sup>, SHEN Hongmiao<sup>1,2</sup>, GUO Jintang<sup>3</sup>, RAN Longxian<sup>1,2</sup>

(1. College of Forestry, Hebei Agricultural University, Baoding, Hebei 071000; 2. Hebei Key Lab of Forest Germplasm Resources and Protection, Baoding, Hebei 071000; 3. Mountain Area Research Institute of Hebei Province, Baoding, Hebei 071001)

**Abstract:** Five fungicides including benzoyl propiconazole, carbendazim, polyoxins, iprodione and tebuconazole, and two inducers for disease resistance including salicylic acid and sodium salicylate were used as test materials, and with *Alternaria alternata* as target pathogens, the primary infection pathogen of jujube-fruit shrink disease were performed by using inhibition method of mycelia growth rate and spore germination. Field control experiments in jujube plantations of above mentioned seven chemicals were determined as well. The results showed that fungicides with the best inhibition effect were benzoyl propiconazole and iprodione, with EC<sub>50</sub> values of 0.519 6 and 0.517 5 mg · L<sup>-1</sup>, and the inhibitory rate of 73.5% and 74.9%, respectively. Salicylic acid at 0.5 — 3.0 mmol · L<sup>-1</sup> and sodium salicylate at 0.5 — 7.0 mmol · L<sup>-1</sup> had no inhibition effects on spore germination and mycelia growth of *A. alternata*. Benzoyl propiconazole and iprodione had the best control effect in field experiments, and their control effects were 94.7% and 92.9%, respectively. Salicylic acid and sodium salicylate at 3.0 mmol · L<sup>-1</sup> applied by spraying induced systemic resistance against jujube-fruit shrink disease, with significantly lower disease incidences compared with control, and their inducing effects were 72.0% and 57.3%, respectively.

**Keywords:** *Alternaria alternata*; chemical control; jujube-fruit shrink disease; systemic acquired resistance; *Zizyphus jujuba*