

## 5种杀菌剂对胡麻白粉病的田间防效

叶春雷<sup>1</sup>, 陈 军<sup>1</sup>, 李进京<sup>1</sup>, 王 炜<sup>1</sup>, 欧巧明<sup>1</sup>, 罗俊杰<sup>1</sup>, 张 辉<sup>2</sup>, 周 宇<sup>2</sup>  
(1. 甘肃省农业科学院生物技术研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 内蒙古自治区农牧业科学院, 内蒙古 呼和浩特 010000)

**摘要:** 采用不同杀菌剂对胡麻白粉病进行防治试验。结果表明: 第 1 次喷药后 7 d, 40% 氟硅唑防效最佳, 达到 81.23%。第 2 次喷药后 14 d, 40% 氟硅唑和 43% 戊唑醇防效较佳, 分别为 79.44% 和 69.04%; 其次是 50% 啶酰菌胺, 为 39.15%。

**关键词:** 胡麻; 杀菌剂; 白粉病; 产量; 防效

**中图分类号:** S435.659 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2020)06-0052-05

**doi:** 10.3969/j.issn.1001-1463.2020.06.014

白粉病 [*Oidium lini* Skoric, (PM)] 是世界上大多数亚麻种植区域常见的一种专有亚麻叶病, 病原菌为胡麻粉孢, 属无性菌类真菌; 有性态为 *Erysiphe polygoni* DC. (二孢白

粉菌), 属于囊菌门真菌, 病原菌寄生专化性较强, 与寄主植物之间的关系是保守的<sup>[1-3]</sup>。白粉病发病初期在胡麻叶、茎和花器表面产生零星的灰白色粉末, 即病菌的菌

**收稿日期:** 2020-02-10

**基金项目:** 国家特色油料产业技术体系项目(CARS-14-2-23); 甘肃省农业科学院中青年基金(2019G AAS37)。

**作者简介:** 叶春雷(1980—), 男, 天水秦安人, 副研究员, 研究方向为作物新品种选育及推广。Email: yclei@gsagr.ac.cn。

**通信作者:** 陈 军(1984—), 男, 甘肃榆中人, 主要从事作物栽培、作物生理生化方面的研究。Email: chenjun004@126.com

### 3 小结

参试品种(系)地点间差异不显著, 而品种间差异均达极显著水平, 说明试验品种(系)存在真实的遗传差异<sup>[3-5]</sup>, 试验结果可靠, 误差控制较好、能够反映品种(系)本身的差异及真实表现。

利用多点联合方差分析法分析表明, 陇葵杂 7 号平均折合产量 4 620 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照 S606 品种增产 10.4%, 丰产性最好, 稳产性一般; 陇葵杂 6 号平均折合产量 4 455 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照 S606 品种增产 6.5%, 丰产性好, 稳定性最好, 适应性好; XKY1502 平均折合产量 4 310 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种 S606 增产 3.0%, 丰产性较好, 稳定性一般; 九洋 562 平均折合产量 4 395 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照品种 S606 增产 5.0%, 丰产性一般、稳定

性差。这 4 个品种(系)可进一步试验示范。

### 参考文献:

- [1] 赵贵兴, 钟 鹏, 陈 霞, 等. 中国向日葵产业发展现状及对策[J]. 农业工程, 2011(2): 42-45.
- [2] 王兴珍, 卯旭辉, 贾秀苹, 等. 甘肃省向日葵产业发展现状和对策[J]. 甘肃农业科技, 2017(3): 74-77.
- [3] 李卫明, 冯瑾霞, 杨国华, 等. 11 个早熟玉米新杂交种多点试验初报[J]. 甘肃农业科技, 2015(10): 31-34.
- [4] 李金花, 常世豪, 杨青春, 等. 河南省周口市大豆一年多点试验分析[J]. 中国种业, 2019(8): 38-41.
- [5] 党 照, 张建平, 王利民, 等. 2013—2014 年甘肃省胡麻区试品种(系)品质及丰产稳产性分析[J]. 甘肃农业科技, 2015(6): 19-23.

(本文责编: 陈 珩)

丝和分生孢子梗及分生孢子,后期发病严重时病叶上灰白色粉状物可扩展到整个叶片及全株,导致植株发黄、失绿或枯死<sup>[4-5]</sup>。近年来,亚麻白粉病在亚麻主产区如中国、印度、加拿大等地时有大面积爆发。在我国甘肃、新疆、内蒙古等胡麻主产区频频爆发,严重影响胡麻的产量和品质,给生产带来较大的损失<sup>[6-7]</sup>。罗俊杰等<sup>[8]</sup>对 300 份国内外胡麻种质资源进行抗白粉病鉴定表明,所有供试材料均有不同程度感染胡麻白粉病。亚麻白粉病的防治,目前生产上还是以筛选抗病品种、优化栽培方式和喷施药剂相结合的措施为主。

国内用于白粉病防治的单剂有粉锈宁、嘧菌酯、氟硅唑、苯醚甲环唑、腈菌唑等 26 个品种,复配品种有 109 个,以三唑类杀菌剂和醚菌酯类化合物为多。常见的三唑类杀菌剂有丙环唑、腈菌唑、己唑醇、氟硅唑和戊唑醇等;醚菌酯类化合物有吡唑醚菌酯、苯醚菌酯、嘧菌酯、硝苯菌酯等<sup>[9]</sup>。吴燕君等<sup>[10]</sup>发现,瓜类白粉病菌对三唑酮产生了抗性,其抗药性逐年加重,田间防治效果不佳,甚至无效。柳利龙等<sup>[11]</sup>研究了 5 种三唑类杀菌剂对裸仁美洲南瓜白粉病菌的毒力,结果表明腈菌唑(1 503.97  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )毒力作用最强,其次是氟硅唑(929.43  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ),戊唑醇(62.11  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )作用最差。李进京等<sup>[12]</sup>研究 5 种药剂对胡麻白粉病的防效表明,10%苯醚菌酯悬浮剂防治效果最优,防效达到 79.6%;20%硫磺·三唑酮可湿性粉剂防效最差,为 70.9%。我们选用氟硅唑、戊唑醇、硝苯菌酯、吡唑醚菌酯及新型杀菌剂啶酰菌胺等 5 种杀菌剂对胡麻白粉病进行防效试验,以期找到适宜的、能较好遏制胡麻白粉病的方剂。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验区概况

试验于 2019 年在甘肃省武威市黄羊镇黄羊试验场(37° 23'~38° 12' N, 101° 59'~103°

23' E)进行,当地海拔 1 440~1 632 m,年均降水量 100 mm,年蒸发量 2 020 mm 以上,年平均气温 7.8  $^{\circ}\text{C}$ ,无霜期 150 d,属温带大陆性干旱气候区。试验地有良好可控的灌溉条件,可以保证胡麻生育期的正常灌溉需求。试验地土壤为灰钙土,含有机质 18.2 g/kg、有效磷 13.2 mg/kg、碱解氮 84.4 mg/kg、速效钾 231 mg/kg、全氮 0.72 g/kg、全磷 0.89 g/kg、全钾 22.2 g/kg。pH 为 8.48。

### 1.2 供试材料

供试药剂为 50%啶酰菌胺可湿性粉剂(河北省农药化工有限公司)、40%氟硅唑乳油(陕西恒润化学工业有限公司)、43%戊唑醇悬浮剂(山东禾宜生物科技有限公司)、36%硝苯菌酯乳油(陶氏益农卡拉卡中国有限公司)、25%吡唑醚菌酯悬浮剂(河南广农农药厂)。指示胡麻品种为陇亚 14 号。

### 1.3 试验方法

试验共设 8 个处理, T1 为 50%啶酰菌胺可湿性粉剂,施用量 667.5 g/hm<sup>2</sup>+ 水 675 L; T2 为 40%氟硅唑乳油,施用量 165 mL/hm<sup>2</sup>+ 水 1 005 L; T3 为 43%戊唑醇悬浮剂,施用量 255 L/hm<sup>2</sup>+ 水 675 L; T4 为 36%硝苯菌酯乳油,施用量 495 mL/hm<sup>2</sup>+ 水 840 L; T5 为 36%硝苯菌酯乳油,施用量 675 mL/hm<sup>2</sup>+ 水 840 L; T6 为 36%硝苯菌酯乳油,施用量 840 mL/hm<sup>2</sup>+ 水 840 L; T7 为 25%吡唑醚菌酯悬浮剂,施用量 675 mL/hm<sup>2</sup>+ 水 675 L; T8 (CK)为清水对照,用量 675 L/hm<sup>2</sup>。试验采用随机区组排列,3 次重复,小区面积 20 m<sup>2</sup>(4 m×5 m)。所有处理于 7 月 3 日(白粉病在旱作区已有轻微发病)进行第 1 次喷施,于 7 月 10 日进行第 2 次喷施。

### 1.4 调查项目

1.4.1 白粉病病情 各小区采用对角线 3 点调查,每点调查 15 株,参考胡麻白粉田间叶片发病分级标准(表 1)<sup>[13]</sup>,分别调查第 1 次喷药后 7 d,第 2 次喷药后 7、14 d 的每株发病叶片占整株叶片数的比例,计算病情

指数和防效<sup>[13]</sup>。

病情指数=100×Σ(各级病叶数×相对级数值)/(调查总叶数×最大级数值)。

防治效果=[1-(CK<sub>0</sub>×PT<sub>1</sub>)/(CK<sub>1</sub>×PT<sub>0</sub>)]×100%。

式中:CK<sub>0</sub>为空白对照区施药前病情指数;CK<sub>1</sub>为空白对照区施药后病情指数;PT<sub>0</sub>为药剂处理区施药前病情指数;PT<sub>1</sub>为药剂处理区施药后病情指数。

1.4.2 考种测产 胡麻成熟后每个处理取20株考种,按小区收获测产。

## 2 结果与分析

### 2.1 田间调查结果

第1次喷药后7d,处理T2、处理T3胡麻白粉病发病等级均为3级;处理T1发病等级为5级;处理T4、处理T5、处理T6和处理T7发病等级均为7级;处理T8发病等级为9级,植株顶部新生叶片绿色,其他叶片均有较厚白粉附着。第2次喷药后7d,处理T2、处理T3白粉病发病等级均为5级;处理T1发病等级为7级;处理T4、处理T5、处理T6、处理T7和处理T8发病等

级均为9级,整株叶有较厚白粉附着,且白粉病发病率达100%。第2次喷药后14d,处理T2白粉病发病等级为3级;处理T1和处理T3发病等级均为5级;处理T4、处理T5、处理T6、处理T7和处理T8发病等级均为9级,整株叶片发白,部分球果发黄,枯萎,发生早衰。

### 2.2 防效

从表2看出,第1次喷药后7d,处理T2防效最佳,为81.23%;其次是处理T3和处理T1,防效分别为75.73%和67.72%。第2次喷药后7d,处理T4、处理T5、处理T6、处理T7、处理T8病情指数均达到100,全部侵染白粉病;处理T2、处理T3、处理T1病情指数分别为26.3、48.1、61.7,其叶片部分未附着白粉,叶片绿色,防效有所下降,主要是白粉病大面积爆发,导致叶面附着大量白粉孢子,很难区分是否已经感染。第2次喷药后14d,处理T1、处理T2、处理T3、处理T7病情指数均有所降低,分别为47.2、17.7、25.8、89.7,其中处理T2、处理T3防效较佳,分别为79.44%、69.04%;

表1 胡麻白粉病田间调查叶片病情分级及评价标准

分级标准	白粉病病情判定依据	抗性评价(病情指数DI)
0级	无	DI=0为免疫(I)
1级	发病叶片占整株叶片数的5%以下	0<DI<10为高抗(HR)
3级	发病叶片占整株叶片数的6%~25%	10≤DI<20为抗病(R)
5级	发病叶片占整株叶片数的26%~50%	20≤DI<40为中抗(MR)
7级	发病叶片占整株叶片数的51%~70%	40≤DI<60为中感(MS)
9级	发病叶片占整株叶片数的70%以上	60≤DI<80为感病(S)

表2 不同处理对胡麻白粉病的防效

处理	药前 病情指数	第1次药后7d		第2次药后7d		第2次药后14d	
		病情 指数	防效 /%	病情 指数	防效 /%	病情 指数	防效 /%
T1	1.2	17.7	67.72	61.7	20.41	47.2	39.15
T2	1.3	11.4	81.23	26.3	69.37	17.7	79.44
T3	1.3	14.3	75.73	48.1	42.46	25.8	69.04
T4	1.5	51.5	21.63	100	0	100	0
T5	1.4	48.3	22.21	100	0	100	0
T6	1.3	43.1	26.28	100	0	100	0
T7	1.4	51.2	20.44	100	0	89.7	1.43
T8	1.6	70.7	0	100	0	100	0

其次是处理 T1, 为 39.15%。

### 2.3 产量

从表 3 看出, 小区平均产量处理 T2 和处理 T3 与处理 T1 差异不显著, 与其他处理差异显著( $P < 0.05$ ), 折合产量分别为 1 505、1 480 kg/hm<sup>2</sup>。T4 最低, 折合产量 1 155 kg/hm<sup>2</sup>。产量从大到小排序为处理 T2、处理 T3、处理 T1、处理 T7、处理 T6、处理 T8 (CK)、处理 T5、处理 T4, 其中处理 T2 较处理 T8(CK)增产 28.6%, 处理 T4 较处理 T8 (CK)减产 1.3%。

表 3 不同处理胡麻的产量

处理	小区平均产量 /(kg/20 m <sup>2</sup> )	折合产量 /(kg/hm <sup>2</sup> )	较对照增产 /%
T1	2.71±0.01ab	1 355	15.8
T2	3.01±0.01a	1 505	28.6
T3	2.96±0.01a	1 480	26.5
T4	2.31±0.08cd	1 155	-1.3
T5	2.33±0.01cd	1 165	-0.4
T6	2.36±0.01cd	1 180	0.9
T7	2.60±0.02bc	1 300	11.1
T8(CK)	2.34±0.01cd	1 170	

### 2.4 产量主要构成因素

我们的前期研究表明, 灌区胡麻产量形成受千粒重、株高、每果粒数影响较大, 且千粒重、株高对产量起促进作用, 每果粒数起抑制作用, 且千粒重是主导因子。从表 4 可以看出, 不同药剂喷施处理对胡麻产量构成的影响主要表现在株高和千粒重 2 个指标, 其中处理 T2 和处理 T3 的千粒重较高, 分别为 8.68、8.60 g, 均与其他处理差异显著( $P < 0.05$ )。

表 4 不同处理防治对胡麻产量主要构成因素的影响

处理	株高 /cm	有效分茎数 /个	有效分枝数 /个	单株果数 /个	每果粒数 /粒	千粒重 /g
T1	63.8±1.6cd	1.7±0.3a	7.0±0.2a	20.4±4.2a	7.0±0.1a	8.48±0.19b
T2	64.5±1.4bcd	1.3±0.1a	7.2±0.2a	22.8±2.9a	7.4±0.3a	8.68±0.01a
T3	68.4±0.6ab	1.7±0.2a	6.6±0.1a	21.7±1.0a	7.3±0.1a	8.60±0.08a
T4	60.3±0.9d	1.9±0.3a	6.6±0.3a	20.8±1.2a	6.7±0.6a	8.02±0.10c
T5	69.4±1.1a	1.5±0.2a	6.9±0.1a	19.8±0.7a	6.5±0.4a	8.05±0.04c
T6	66.7±2.3abc	1.8±0.3a	6.9±0.2a	19.7±3.4a	6.6±0.2a	8.53±0.04b
T7	62.9±1.3cd	1.3±0.1a	6.8±0.2a	18.3±0.5a	6.7±0.2a	8.47±0.05b
T8(CK)	63.8±1.6cd	1.5±0.1a	6.6±0.2a	19.0±2.1a	6.6±0.5a	7.84±0.06c

## 3 结论与讨论

我们的研究表明, 第 1 次喷药后 7 d, 以喷施 40%氟硅唑乳油处理的胡麻发病指数最低, 防效最佳; 其次是 43%戊唑醇悬浮剂和 50%啶酰菌胺可湿性粉剂处理。建议在防止发生药害的前提下, 适当提高这 2 种药剂的喷施浓度, 有潜力提高其防效。第 2 次喷药后 7 d, 40%氟硅唑乳油、43%戊唑醇悬浮剂、50%啶酰菌胺可湿性粉剂处理的胡麻发病指数均有所降低, 以 40%氟硅唑乳油的防效最佳, 其次是 43%戊唑醇悬浮剂处理。

目前国内外对植物感染白粉病的发生及跟踪、定位、防治等方面的研究均有较多的文献报道。Wei Feng 等<sup>[14]</sup>利用光谱遥感技术检测小麦白粉病发生的严重程度, 表明白粉病发生的敏感光谱条带为 580、710 nm。Namita Sengar 等<sup>[15]</sup>利用图像综合数据区域量化处理对樱桃叶片白粉病发生有效分级, 准确度达到 99%。国内胡麻白粉病的定位、防治报道较少, 特别是根据植株表型分析与药剂防治、光谱遥感、图像综合处理等技术的综合应用还比较薄弱, 主要还是以药剂防治为主。

氟硅唑(商品名: 福星、克菌星、秋福)具有有效杀菌潜力, 用于控制田间白粉病发生及传播。氟硅唑属三唑类杀菌剂, 是甾醇脱甲基化抑制剂, 它通过破坏和阻止病菌的细胞膜中麦角甾醇的合成, 导致细胞膜不能形成, 从而使细菌死亡。Rayees A 等<sup>[16]</sup>的研究中提到, 交替喷洒氟硅唑(0.02%)和 A.

quisqualis 培养滤液 (50%) 对大叶黄杨 (*Euonymus japonicus*) 白粉病的防治最为有效。阚晓君等<sup>[17]</sup>认为 40% 氟硅唑乳油 (6 000 ~ 8 000 倍) 是防治葡萄白粉病的治疗性杀菌剂。张金莲等<sup>[18]</sup>认为用 40% 氟硅唑 EC 8 000 倍液在亚麻现蕾期、开花期、盛花期各喷施 1 次能够有效防止白粉病的发生。符美英等<sup>[19]</sup>认为 50% 醚菌酯水分散粒剂、25% 啞菌酯悬浮剂和 40% 氟硅唑乳油适用于黄瓜白粉病防治。

我们仅对胡麻白粉病药剂喷施防效做了初步研究, 有关胡麻白粉病发生的土壤水分条件、土壤地温变化以及相应的最佳喷施浓度和喷施时间等诸多问题未明确, 亟需下一步去解决; 另外胡麻白粉病小孢子发生的机制还有待进一步明确。

#### 参考文献:

- [1] 杨学. 亚麻白粉病发生特点及防治技术研究[J]. 中国麻业, 2004, 26(3): 121-124.
- [2] 何建群, 杨学芬, 陈永富, 等. 云南宾川亚麻生产技术系列报道之七: 纤用型亚麻白粉病综合防治技术初报[J]. 中国麻业, 2003, 3(2): 128-129.
- [3] SARANYA LIMKAISANG, JAMES HENRY CUNNINGTON, LIEW KON WUI. Molecular phylogenetic analyses reveal a close relationship between powdery mildew fungi on some tropical trees and *Erysiphe alphitoides*, an oak powdery mildew[J]. Mycoscience, 2006, 47(6): 327-335.
- [4] 杨学, 关凤芝, 李柱刚, 等. 亚麻品系 9801-1 抗白粉病基因的 RAPD 标记[J]. 植物病理学报, 2011, 41(2): 215-218.
- [5] 哈尼帕·哈再斯, 张辉, 王振华, 等. 新疆伊犁地区胡麻白粉病发生与消长规律研究[J]. 中国麻业科学, 2013, 35(3): 155-158.
- [6] 马海灵. 5 种药剂对胡麻白粉病的防效试验[J]. 甘肃农业科技, 2014(1): 16-17.
- [7] 乔红霞, 陈娟. 亚麻种质对白粉病的抗性评价[J]. 中国麻业科学, 2012(3): 118-120.
- [8] 罗俊杰, 叶春雷, 欧巧明, 等. 抗白粉病胡麻种质资源田间鉴定与筛选[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 259-262.
- [9] 王炜, 胡冠芳, 张建平, 等. 亚麻白粉病研究进展[J]. 中国油料作物学报, 2019, 41(3): 478-484.
- [10] 吴燕君, 王正逸, 洪文英. 瓜白粉病重发期高效药剂的选择及控制技术探讨[J]. 浙江农业科学, 2016, 57(12): 2060-2063.
- [11] 柳利龙, 梁巧兰, 张爱琴, 等. 裸仁美洲南瓜白粉病菌对 5 种三唑类杀菌剂的敏感性研究[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2019, 40(2): 101-106.
- [12] 李进京, 叶春雷, 谢志军. 5 种药剂对胡麻白粉病的防效[J]. 甘肃农业科技, 2015(9): 46-47.
- [13] 国家作物科学数据中心国家农作物种质资源平台. 亚麻种质资源描述规范[Z]. 2016: 40-41.
- [14] WEI FENG, WENYING SHEN, LI HE. Improved remote sensing detection of wheat powdery mildew using dual-green vegetation indices[J]. Precision Agriculture, 2016, 17(5): 608-627.
- [15] NAMITA SENGAR, MALAY KISHORE DUTTA, CARLOS M. Computer vision based technique for identification and quantification of powdery mildew disease in cherry leaves[J]. Computing, 2018, 100(11): 1189-1201.
- [16] RAYEES A. AHANGER, NISSAR AHMAD QAZI, HILAL A. BHAT. Management of powdery mildew of *Euonymus japonicus* in Kashmir Valley[J]. Indian Phytopathology, 2018, 71(3): 377-384.
- [17] 阚晓君, 宋烨华, 高生. 40% 氟硅唑乳油对葡萄白粉病的防治效果[J]. 农药科学与管理, 2004, 26(7): 14-15.
- [18] 张金莲, 张玲, 何建群. 40% 氟硅唑 EC 对亚麻白粉病的防治效果研究[J]. 中国麻业科学, 2011, 33(1): 8-15.
- [19] 符美英, 芮凯, 曾向萍, 等. 6 种杀菌剂对黄瓜白粉病的防治效果[J]. 长江蔬菜, 2015(20): 82-84.

(本文责编: 陈珩)