

不同生物药剂防治葡萄霜霉病菌的室内毒力测定

杨波^{1,2}, 姜彩鸽¹, 宋双¹, 张华普¹, 张怡^{1*}

(1. 宁夏农林科学院植物保护研究所, 宁夏银川 750002; 2. 宁夏农垦农林牧技术推广服务中心, 宁夏银川 750021)

摘要 [目的] 筛选对葡萄霜霉病防效最佳的生物药剂。[方法] 选择 0.3% 丁子香酚、0.3% 苦参碱、10% 多抗霉素等 9 种生物药剂开展葡萄霜霉病菌的室内毒力测定。[结果] 供试药剂对孢子囊萌发抑制效果最好的是 0.3% 苦参碱, 其 EC_{50} 值和 EC_{90} 值分别为 2.183 4 和 0.546 4 mg/L, 其次是 0.3% 丁子香酚; 而在葡萄霜霉病预防和治疗的毒力测定中, 预防和治疗效果最好的药剂是 0.3% 丁子香酚, 其次药剂效果较好的为 0.3% 苦参碱。[结论] 0.3% 丁子香酚和 0.3% 苦参碱可作为生物药剂防治葡萄霜霉病。

关键词 葡萄; 葡萄霜霉病; 生物药剂; 毒力测定

中图分类号 S436.631.1 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)01-0137-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.01.036

开放科学(资源服务)标识码(OSID): **Toxicity Determination of Different Biological Fungicides for Controlling Grape Downy Mildew in Laboratory**

YANG Bo^{1,2}, **JIANG Cai-ge**¹, **SONG Shuang**¹ et al (1. Institute of Plant Protection, Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002; 2. Ningxia Agricultural Reclamation, Agriculture, Forestry and Animal Husbandry Technology Extension Service Center, Yinchuan, Ningxia 750021)

Abstract [Objective] To select the best biological fungicides for controlling grape downy mildew. [Method] The indoor toxicity determination of grape downy mildew were used to compare 9 kinds of biological fungicides, including 0.3% Eugenol, 0.3% Matrine and 10% Polyoxin. [Result] 0.3% matrine had the best inhibition effect on sporangium germination, its EC_{50} and EC_{90} values were 2.183 4 and 0.546 4 mg/L respectively, followed by 0.3% Eugenol. In the toxicity test of grape downy mildew prevention and treatment, 0.3% Eugenol had the best prevention and treatment effect, followed by 0.3% Matrine. [Conclusion] The 0.3% Eugenol and 0.3% Matrine can be used as biological agents to control grape downy mildew.

Key words *Vitis vinifera*; Grape downy mildew; Biological fungicide; Toxicity determination

宁夏回族自治区贺兰山东麓因日照充足、热量丰沛、降雨稀少、昼夜温差大等气候特点, 被业界公认为葡萄种植的“黄金地带”^[1], 截至目前, 贺兰山东麓葡萄种植面积达 4 万 hm^2 ^[2]。随着葡萄种植面积的不断增加, 葡萄生产中病虫害的发生危害也日益加重, 尤其是由葡萄霜霉菌 [*Plasmopara viticola* (Berk. dt Curtis) Berl. Et de Toni] 引起的霜霉病^[3], 该病害在严重发生时, 叶片呈焦枯状早落, 枝梢扭曲畸形, 幼果表面布满白色的霉层、皱缩脱落, 严重影响葡萄的生长发育以及果实的品质和产量^[4-6], 轻则减产 5%~10%, 重则可达 60% 以上^[7], 对葡萄产业造成重大的经济损失, 已成为制约葡萄产业高质量发展的重要病害。

葡萄霜霉病的综合防治中, 药剂防治是最及时高效的防治措施, 也是目前葡萄生产中最主要的方法。而随着化学药剂在田间的大量使用, 药剂的抗药性问题也在日益增长, 研究表明葡萄霜霉病菌已对甲霜灵、杀毒矾、乙磷铝等药剂产生了不同程度的抗药性^[8-10]; 有些化学药剂毒副作用相对较大, 药害、污染等问题突出, 已不能适应现代葡萄产业绿色健康发展的需求, 筛选安全高效环保的杀菌剂是葡萄生产中的迫切需求。随着人民物质生活的日益改善, 对无公害、绿色健康农产品的需求日益迫切, 为适应当代农业结构性调整,

确保农业可持续、高质量发展, 必须重视葡萄霜霉病的药剂防治工作。近些年, 生物制剂防治葡萄霜霉病成为研究的热点, 根据相关研究也筛选出了一些对葡萄霜霉病有效的生物制剂^[11-13], 但对于宁夏葡萄产业而言, 防治霜霉病的药剂仍相对单一, 且化学药剂居多, 生物药剂防治葡萄霜霉病研究明显不足, 是制约该地区葡萄产业绿色、健康、高质量、可持续发展的瓶颈。笔者选取了 9 种生物型药剂, 对宁夏贺兰山东麓葡萄霜霉病进行室内药剂毒力测定试验, 通过评价其室内防治效果, 为田间药效评价、生产中科学合理防治葡萄霜霉病提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验药剂 2.0% 氨基寡糖水剂(大连凯飞化学股份有限公司), 0.3% 苦参碱水剂(桂林集琦生化有限公司), 0.3% 丁子香酚可溶液剂(南通神雨绿色药业有限公司), 1 000 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂(德强生物股份有限公司), 10% 多抗霉素可湿性粉剂(日本科研制药株式会社), 100 万孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂(捷克生物制剂股份有限公司), 3 亿 CFU/g 哈茨木霉可湿性粉剂(美国拜沃股份有限公司), 41% 乙蒜素乳油(大连木春农药厂有限公司), 有效活菌数 ≥ 1 亿/g 木霉菌颗粒剂(上海大井生物工程有限公司)。

1.2 试验方法

1.2.1 菌株采集 菌株采集于宁夏回族自治区银川市西夏区园林场阳光玫瑰品种上自然发病的新鲜葡萄霜霉病样。

1.2.2 预试验 将杀菌剂设 3 个浓度梯度, 分别为“<推荐稀释倍数”“推荐稀释倍数”“>推荐稀释倍数”, 根据结果进行浓度梯度调整, 最终以 5 个浓度梯度作为正式试验, 用以

基金项目 宁夏自治区重点研发计划“宁夏酿酒葡萄病虫害绿色防控关键技术创新与示范”(2019BBF02013); 宁夏回族自治区农业科技自主创新资金“农业高质量发展和生态保护科技创新示范项目”(NGSB-2021-4-04)。

作者简介 杨波(1992—), 男, 宁夏中卫人, 助理农艺师, 硕士, 从事植物保护研究。* 通信作者, 研究员, 硕士, 从事酿酒葡萄病虫害防治技术研究。

收稿日期 2021-04-15

进行病菌对药剂的敏感性判断。同时设清水对照。9种生物药剂对葡萄霜霉菌毒力测定浓度设计见表1。

孢子悬浮液准备:取田间自然发病的新鲜葡萄病叶,用自来水冲洗净表面的孢子后,将病叶置于25℃条件下保湿

24 h来培养新鲜的孢子;用干净的毛笔将新鲜孢子刷于无菌蒸馏水中,配成孢子悬浮液;在显微镜下调整孢子悬浮液浓度至 5×10^5 个/mL用于试验测定,于4℃冰箱15 min低温处理后用于接种。

表1 9种生物药剂对葡萄霜霉菌毒力测定浓度设计

Table 1 Concentration design for toxicity test of nine biological agents to downy mildew of grape

处理 Treatment	药剂 Fungicide	供试药剂浓度 Concentration of tested chemicals//mg/L				
		1	2	3	4	5
①	100万孢子/g寡雄腐霉可湿性粉剂	1 333	2 000	4 000	6 667	10 000
②	3亿CFU/g哈茨木霉可湿性粉剂	1 667	3 333	5 000	10 000	20 000
③	1 000亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	333	500	667	1000	2 000
④	0.3%丁子香酚可溶液剂	2	3	6	12	30
⑤	0.3%苦参碱水剂	1.5	2.0	3.0	6.0	12.0
⑥	有效活菌数 ≥ 1 亿/g木霉菌颗粒剂	2 500	3 333	5 000	10 000	20 000
⑦	2.0%氨基寡糖水剂	17	20	25	50	100
⑧	41%乙蒜素乳油	273	410	820	1 640	4 100
⑨	10%多抗霉素可湿性粉剂	1 333	2 000	4 000	6 667	10 000

1.2.3 孢子囊萌发测定。杀菌剂溶液和孢子囊悬浮液的混合:稀释孢子悬浮液,用凹玻片取一滴(20 μ L)在显微镜下观察,视野中有70~100个孢子囊时,备用。取PCR板,每孔均加入20 μ L制作好的孢子囊悬浮液,再分别加入20 μ L不同浓度的药液,每种杀菌剂的每个浓度重复3次,以灭菌水作对照。用硅胶板盖好,放入25℃恒温培养箱中。

孢子囊萌发情况的观察和记载:每隔一段时间观察灭菌水对照组中的孢子萌发率,当萌发率达60%~70%则可开始观察试验组萌发率。具体方法:取20 μ L混合溶液于凹玻片中,在显微镜下观察,随机观察4个视野中孢子囊的萌发情况,用EVOS数码大屏幕倒置显微镜拍照保存,统计每视野中的孢子囊总数以及萌发数。

1.2.4 离体叶片培养。选取新生枝条上第3~5节新鲜、长势健康的叶片,分别进行预防作用和治疗作用的测定。每种浓度设3个重复,每个重复3个叶片(即1个药剂需5个浓度 \times 3个重复 \times 3个叶片=45片叶,清水对照另设)(可以1个重复的3个叶片置于一个铺有湿润滤纸的大培养皿内,或者同一个浓度9个叶片置于一个铺有4层湿润纱布的大瓷盘中,培养时覆盖保鲜膜保湿)。

预防作用:将葡萄新枝条上健康无病的4~5位叶片用微型喷雾器喷洒同等量不同浓度药液后自然晾干,放入铺有滤纸的大培养皿中,分别喷施同等量的 5×10^5 个/mL的孢子悬浮液,用沾有灭菌水的棉花包裹叶柄保湿,置于生物培养箱中培养,培养条件为温度25℃、湿度保持在80%左右、光照12 h/d。对照叶片喷施等量清水晾干,再喷施等量孢子悬浮液。5~7 d后调查各重复发病情况。注意每1~2 d湿润包裹棉花及滤纸。

治疗作用:将新鲜、干净叶片用沾有灭菌水的棉花包裹叶柄保湿,分别喷施同等量的 5×10^5 个/mL的孢子悬浮液,放入铺有滤纸的大培养皿中,置于生物培养箱中培养,培养条件为温度25℃、湿度保持在80%左右、光照12 h/d;培养24 h后分别喷洒同等量不同浓度药液,继续培养,5~7 d后

调查各重复发病情况。注意每1~2 d湿润包裹棉花及滤纸。

调查方法:根据产孢面积占整个叶盘面积的百分比划分病级。0级,无病;1级,1%~5%;3级,6%~25%;5级,26%~50%;7级,51%~75%;9级,75%以上。

1.3 数据处理

孢子囊萌发抑制率=(对照萌发率-处理萌发率)/对照萌发率 $\times 100\%$

病情指数=[\sum (各级病叶数 \times 相对级数值)]/(调查总叶数 $\times 9$) $\times 100$

抑菌率=(对照病情指数-处理病情指数)/对照病情指数 $\times 100\%$

根据上述公式计算病情指数、抑菌率及孢子囊萌发抑制率,然后利用DPS数据处理软件,将相对抑菌率/孢子囊萌发抑制率换算成概率值,在Excel软件中根据药剂系列浓度的对数值及该浓度下相对抑菌率的概率值建立线性回归分析,求出药剂对葡萄霜霉菌的毒力回归方程、相关系数及有效抑制浓度(EC_{50})等。

2 结果与分析

2.1 不同生物药剂对葡萄霜霉病孢子囊萌发的毒力测定

由表2可知,不同生物药剂对葡萄霜霉病孢子囊萌发的毒力不同,药剂 EC_{50} 值是用来衡量药剂间毒力大小的重要指标, EC_{50} 值越小,即该药剂对病菌的反应越灵敏,其抑制作用越强,反之抑制作用越差。供试9种生物药剂对葡萄霜霉病孢子囊萌发的敏感性存在一定差异。各药剂对葡萄霜霉病孢子囊萌发的敏感性由大到小依次为0.3%苦参碱水剂>0.3%丁子香酚可溶液剂>10%多抗霉素可湿性粉剂>1 000亿芽孢/g枯草芽孢杆菌可湿性粉剂>2.0%氨基寡糖水剂>100万孢子/g寡雄腐霉可湿性粉剂>41%乙蒜素乳油>有效活菌数 ≥ 1 亿/g木霉菌颗粒剂>3亿CFU/g哈茨木霉可湿性粉剂,其中0.3%苦参碱水剂和0.3%丁子香酚可溶液剂2种药剂对葡萄霜霉病孢子囊的敏感性最高, EC_{50} 分别为2.183 4和5.725 6 mg/L, EC_{90} 分别为0.546 4和0.377 5 mg/L。

表 2 9 种生物药剂室内对葡萄霜霉病孢子囊萌发的毒力测定结果

Table 2 Toxicity determination of 9 biological fungicides on sporangium germination of grape downy mildew in laboratory

处理 Treatment	药剂 Fungicide	毒力回归方程 Virulence regression equation	EC ₅₀ mg/L	EC ₉₀ mg/L	相关系数(R ²) Correlation coefficient
①	100 万孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂	$y = 10.949 0 - 1.897 7x$	1 363.905 9	288.048 8	0.981 9
②	3 亿 CFU/g 哈茨木霉可湿性粉剂	$y = 14.048 7 - 2.563 3x$	3 389.045 7	1 071.807 9	0.997 8
③	1 000 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	$y = 12.328 0 - 2.480 9x$	898.974 0	273.644 5	0.916 9
④	0.3% 丁子香酚可溶液剂	$y = 5.822 4 - 1.085 2x$	5.725 6	0.377 5	0.985 0
⑤	0.3% 苦参碱水剂	$y = 5.722 4 - 2.130 2x$	2.183 4	0.546 4	0.980 9
⑥	有效活菌数 ≥ 1 亿/g 木霉菌颗粒剂	$y = 12.902 9 - 2.254 6x$	3 200.068 2	864.473 3	0.993 9
⑦	2.0% 氨基寡糖水剂	$y = -2.305 2 + 2.457 3x$	939.362 9	3 121.464 7	0.978 7
⑧	41% 乙蒜素乳油	$y = 7.611 5 - 0.807 8x$	1 709.563 0	44.302 5	0.781 3
⑨	10% 多抗霉素可湿性粉剂	$y = 15.951 1 - 4.271 3x$	366.305 3	183.572 9	0.976 3

2.2 不同生物药剂对葡萄霜霉病菌预防作用的毒力测定 由表 3 可知,9 种生物药剂对葡萄霜霉病菌预防作用的毒力测定存在一定差异。预防作用效果最好的为 0.3% 丁子香酚可溶液剂,EC₅₀ 值为 0.932 6 mg/L,EC₉₀ 值为 1.961 7 mg/L,预防效果最差的药剂为 3 亿 CFU/g 哈茨木霉可湿性粉剂,EC₅₀ 值和 EC₉₀ 值分别为 1 244.297 4 和 2 242.971 4 mg/L。9 种

生物药剂对葡萄霜霉病菌预防作用的 EC₅₀ 值和 EC₉₀ 值由小到大依次为 0.3% 丁子香酚可溶液剂 < 0.3% 苦参碱水剂 < 10% 多抗霉素可湿性粉剂 < 41% 乙蒜素乳油 < 1 000 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂 < 有效活菌数 ≥ 1 亿/g 木霉菌颗粒剂 < 2.0% 氨基寡糖水剂 < 100 万孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂 < 3 亿 CFU/g 哈茨木霉可湿性粉剂。

表 3 9 种生物药剂室内对葡萄霜霉病菌预防作用的毒力测定结果

Table 3 Toxicity determination results of 9 biological fungicides on prevention of grape downy mildew in laboratory

处理 Treatment	药剂 Fungicide	毒力回归方程 Virulence regression equation	EC ₅₀ mg/L	EC ₉₀ mg/L	相关系数(R ²) Correlation coefficient
①	100 万孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂	$y = -11.686 3 + 5.438 8x$	1 169.5058	2 012.025 3	0.933 3
②	3 亿 CFU/g 哈茨木霉可湿性粉剂	$y = -10.499 5 + 5.008 0x$	1 244.297 4	2 242.971 4	0.859 5
③	1 000 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	$y = -4.445 3 + 4.594 9x$	113.655 6	216.021 2	0.792 4
④	0.3% 丁子香酚可溶液剂	$y = 5.120 2 + 3.968 5x$	0.932 6	1.961 7	0.844 4
⑤	0.3% 苦参碱水剂	$y = 4.253 3 + 3.883 3x$	1.557 0	3.328 8	0.797 9
⑥	有效活菌数 ≥ 1 亿/g 木霉菌颗粒剂	$y = 0.970 8 + 1.838 7x$	155.338 7	773.127 3	0.755 8
⑦	2.0% 氨基寡糖水剂	$y = -8.554 5 + 6.128 1x$	162.881 7	263.633 1	0.936 4
⑧	41% 乙蒜素乳油	$y = -2.265 0 + 3.646 6x$	98.233 4	220.646 0	0.847 0
⑨	10% 多抗霉素可湿性粉剂	$y = -2.281 6 + 3.665 5x$	96.941 7	216.838 5	0.799 7

2.3 不同生物药剂对葡萄霜霉病菌治疗作用的毒力测定 由表 4 可知,9 种生物药剂对葡萄霜霉病菌均有一定的治疗作用,但不同药剂间的治疗作用存在明显差异。0.3% 丁子香酚可溶液剂对霜霉病菌的治疗作用最强,EC₅₀ 值 1.954 8 mg/L,EC₉₀ 值为 5.014 3 mg/L,其次治疗效果较好的是 0.3% 苦参碱水剂,EC₅₀ 值和 EC₉₀ 值分别为 3.393 3 和 4.774 5 mg/L,有效活菌数 ≥ 1 亿/g 木霉菌颗粒剂的治疗效果最差,EC₅₀ 值和 EC₉₀ 值分别为 4 158.383 2 和

6 876.456 1 mg/L。9 种生物药剂的 EC₅₀ 值和 EC₉₀ 值由小到大依次为 0.3% 丁子香酚可溶液剂 < 0.3% 苦参碱水剂 < 10% 多抗霉素可湿性粉剂 < 41% 乙蒜素乳油 < 1 000 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂 < 100 万孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂 < 2.0% 氨基寡糖水剂 < 3 亿 CFU/g 哈茨木霉可湿性粉剂 < 有效活菌数 ≥ 1 亿/g 木霉菌颗粒剂。室内药剂毒力测定可为下一步田间药效试验提供数据支撑。

表 4 9 种生物药剂室内对葡萄霜霉病菌治疗作用的毒力测定结果

Table 4 Toxicity determination results of 9 biological fungicides on treatment of grape downy mildew in laboratory

处理 Treatment	药剂 Fungicide	毒力回归方程 Virulence regression equation	EC ₅₀ mg/L	EC ₉₀ mg/L	相关系数(R ²) Correlation coefficient
①	100 万孢子/g 寡雄腐霉可湿性粉剂	$y = 0.075 2 + 1.649 7x$	966.777 5	5 783.365 9	0.771 7
②	3 亿 CFU/g 哈茨木霉可湿性粉剂	$y = -5.502 8 + 3.216 9x$	1 840.138 0	4 604.965 9	0.651 7
③	1 000 亿芽孢/g 枯草芽孢杆菌可湿性粉剂	$y = -7.106 7 + 4.263 7x$	690.963 8	1 380.467 9	0.973 8
④	0.3% 丁子香酚可溶液剂	$y = 4.088 1 + 3.132 6x$	1.954 8	5.014 3	0.790 9
⑤	0.3% 苦参碱水剂	$y = 0.414 7 + 8.641 3x$	3.393 3	4.774 5	0.891 5
⑥	有效活菌数 ≥ 1 亿/g 木霉菌颗粒剂	$y = -16.231 6 + 5.866 8x$	4 158.383 2	6 876.456 1	0.917 8
⑦	2.0% 氨基寡糖水剂	$y = 21.724 7 - 5.373 4x$	1 295.796 1	748.230 3	0.934 0
⑧	41% 乙蒜素乳油	$y = -17.345 3 + 7.944 6x$	649.584 1	941.772 7	0.903 3
⑨	10% 多抗霉素可湿性粉剂	$y = -17.007 2 + 8.860 9x$	304.532 4	424.877 3	0.950 7

3 结论与讨论

葡萄霜霉病是葡萄上重要的病害之一,在我国葡萄产地均有发生,尤其以河北、山东发病较重,几乎所有的欧洲葡萄品种都感霜霉病^[14]。宁夏贺兰山东麓葡萄产区霜霉病也常年发生,严重制约着本地葡萄产业高质量、可持续发展。自1882年杀菌剂波尔多液防治葡萄霜霉病以来,化学药剂防治霜霉病始终是最直接有效的防治手段之一^[15]。但随着化学药剂“3R”问题的日趋严重,人们将防治重点从化学药剂转向生物药剂,该试验以不同生物药剂为研究对象,通过室内毒力测定发现9种药剂均有一定的抑制效果,但对孢子囊萌发抑制最好的药剂为0.3%苦参碱水剂,其 EC_{50} 值和 EC_{90} 值分别为2.1834和0.5464 mg/L,其次是0.3%丁子香酚可溶液剂;而在葡萄霜霉病预防和治疗的毒力测定中,药剂的预防和治疗效果最好的为0.3%丁子香酚可溶液剂,其 EC_{50} 值和 EC_{90} 值均最小,其次药剂效果较好的为0.3%苦参碱水剂。

近些年,生物药剂防治葡萄霜霉病已成为葡萄生产上热点研究领域,包岩^[16]在对几种药剂防治葡萄霜霉病中发现丁子香酚喷雾,可有效控制葡萄霜霉病的发生,与该试验结果相一致。曹依静等^[17]研究认为1%苦参碱水乳剂可有效防治葡萄霜霉病的发生,防效达92.11%,明显高于常规化学杀菌剂;李宝燕等^[18]在对葡萄霜霉病的生物药剂防治中认为0.3%丁子香酚和1.5%苦参碱可作为防控葡萄霜霉病的有效药剂使用。岳宪化等^[19]研究认为哈茨木霉菌可湿性粉剂对葡萄霜霉病具有较好的防效,但在该试验中哈茨木霉无论是对孢子囊的抑制作用还是预防和治疗作用中效果均一般,说明药剂的室内毒力测定和田间药效并非始终一致,吉沐祥等^[11]在研究生物和化学杀菌剂防治葡萄霜霉病的药效评价中发现,5种生物药剂室内测定对孢子囊萌发均有抑制效果,但田间实际防效较低,因此为解决化学药剂防治普遍存在的抗药性及农药残留超标等问题,在推广某种生物农药防治葡萄霜霉病时,应结合室内药剂毒力测定和田间药效试验,该试验只在室内比较了不同生物药剂对葡萄霜霉病孢子囊萌发、预防及治疗作用的毒力测定,想要明确生物药剂

和0.3%丁子香酚和0.3%苦参碱的防治效果,其田间药效还需进一步研究验证。

参考文献

- [1] 沙月霞,王国珍,樊仲庆,等.宁夏贺兰山东麓不同葡萄品种对霜霉病的抗性鉴定[J].果树学报,2007,24(6):803-809.
- [2] 李文学,马榕,郭琛杰,等.贺兰山东麓酿酒葡萄霜霉菌孢子囊扩散与田间病情的相关研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2020,48(1):111-118.
- [3] 康兴娇,申红妙,贾招闯,等.葡萄霜霉病生防菌甲基营养型芽胞杆菌T3的鉴定及其防治效果[J].中国生物防治学报,2016,32(6):775-782.
- [4] DUSO C,POZZEBON A,CAPUZZO C,et al.Grape downy mildew spread and mite seasonal abundance in vineyards:Evidence for the predatory mites *Amblyseius andersoni* and *Typhlodromus pyri*[J].Biological control,2003,27(3):229-241.
- [5] THIND T S,ARORA J K,MOHAN C,et al.Epidemiology of powdery mildew,downy mildew and anthracnose diseases of grapevine[M]//NAQVI S A M H.Diseases of fruits and vegetables:Diagnosis and management,Volume 1.Dordrecht,Netherlands:Springer,2004:621-638.
- [6] 程有普,潘淑芬,李依霏,等.6种杀菌剂对葡萄霜霉病的毒力及药效比较[J].安徽农业科学,2018,46(2):109-111.
- [7] 董华芳,许延波,宋俐谋,等.不同药剂对葡萄霜霉病室内毒力测定和田间防效研究[J].北方园艺,2019(17):50-55.
- [8] 李宝燕,王英姿,刘学卿,等.3种杀菌剂对葡萄霜霉病菌的毒力测定和田间药效试验[J].江苏农业科学,2014,42(1):98-99.
- [9] 马俊义,范咏梅,姜新丽,等.葡萄霜霉病田间消长规律及防治对策[J].新疆农业科学,2011,48(2):210-214.
- [10] 毕秋艳,马志强,韩秀英,等.葡萄霜霉病菌对甲霜灵抗性治理及其田间抗药菌株遗传稳定性分析[J].植物病理学报,2014,44(3):302-308.
- [11] 吉沐祥,吴琴燕,王建华,等.10种生物和化学杀菌剂防治葡萄霜霉病的药效评价[J].农学学报,2017,7(3):17-23.
- [12] 杜兴兰.葡萄霜霉病和白粉病生物防治的研究[D].保定:河北农业大学,2008.
- [13] 张久慧.葡萄主要病害的病原菌对药剂的敏感性及其田间药剂防治研究[D].长春:吉林农业大学,2014.
- [14] 刘梅,黄金宝,李兴红.多种杀菌剂对葡萄霜霉病的田间防效[J].中国植保导刊,2020,40(10):88-90.
- [15] 龙世林,胡瑾,房小晶,等.葡萄霜霉病研究进展[J].耕作与栽培,2015(4):65-67.
- [16] 包岩.几种药剂对葡萄霜霉病的防治效果试验[J].农业开发与装备,2019(11):138.
- [17] 曹依静,孙共明.1%苦参碱水乳剂防治葡萄霜霉病试验[J].果农之友,2014(10):6.
- [18] 李宝燕,王培松,王英姿.葡萄霜霉病的生物药剂防治[J].农药,2014,53(11):853-855,858.
- [19] 岳宪化,胡夫防,段雨峰,等.哈茨木霉菌防治葡萄霜霉病试验[J].中国果树,2014(2):54-56.

(上接第117页)

- [3] 王江林.新晋绿篱红叶石楠[J].花木盆景(花卉园艺),2013(6):5.
- [4] 游鸯,汪天.多效唑作用及应用研究进展(综述)[J].亚热带植物科学,2013,42(4):361-366.
- [5] 王德云,孙昕路,杨岭善.氟节胺棉花免打顶试验[J].石河子科技,2013(5):9-10.
- [6] 董春玲,罗宏海,张亚黎,等.喷施氟节胺对棉花农艺性状的影响及化学打顶效应研究[J].新疆农业科学,2013,50(11):1985-1990.
- [7] 余凯凯,宋喜娥,高虹,等.不同施肥水平下多效唑对马铃薯光合及叶绿素荧光参数的影响[J].核农学报,2016,30(1):154-163.
- [8] 陈显,孙颖,李建安.赤霉素和多效唑对油茶幼株生长的影响[J].经济林研究,2013,31(2):86-90.
- [9] 陈晓光,石玉华,王成雨,等.氮肥和多效唑对小麦茎秆木质素合成的影响及其与抗倒伏性的关系[J].中国农业科学,2011,44(17):3529-3536.
- [10] 张佳蕾,郭峰,李新国,等.不同时期喷施多效唑对花生生理特性、产量和品质的影响[J].应用生态学报,2018,29(3):874-882.
- [11] 刘静雅,李绍才,孙海龙,等.多效唑对紫穗槐生长及生理特性的影响[J].植物科学学报,2016,34(2):271-279.
- [12] 王丹生.多效唑与多效唑复合剂在花卉生产中的应用[J].锦州师范学院学报(自然科学版),1999,20(2):41-43.
- [13] 王利群.植物生长调节剂在菊花高度控制中的应用[J].安徽林业科技,2006(3):17-18.
- [14] 周强,金研铭.多效唑对宿根福禄考的矮化效应研究[J].安徽农业科学,2012,40(29):14201-14202.
- [15] 张恩和,胡巨觉.多效唑的作用机理及应用效果[J].世界农业,1996(1):20-22.
- [16] 杨艳丽.多效唑在绿篱化学修剪中的应用研究[J].现代农业科技,2010(5):124,126.
- [17] 贾洪涛,党金鼎,刘凤莲.植物生长延缓剂多效唑的生理作用机理及应用[J].安徽农业科学,2003,31(2):323-324.
- [18] 刘会宁,朱建强.多效唑作用机理及在落叶果树上的应用[J].湖北农业科学,2001,21(1):80-84.