

分类号:  
学 号: 2013407027

密 级:  
单位代码: 10759

# 石河子大学

## 硕 士 学 位 论 文



### 杀菌剂混配对葡萄霜霉病菌毒力增效研究

学 位 申 请 人	曹媛媛
指 导 教 师	杨德松 副教授 陆新德 研究员
申请学位类别	专 业 硕 士
专 业 名 称	农业推广硕士
研 究 领 域	植物保护
所 在 学 院	农学院

中国·新疆·石河子

2015年6月

分类号：  
学 号：2013407027

密 级：  
单位代码：10759

# 石河子大学

## 硕 士 学 位 论 文



### 杀菌剂混配对葡萄霜霉病菌毒力增效研究

学 位 申 请 人	曹媛媛
指 导 教 师	杨德松 副教授
	陆新德 研究员
申 请 学 位 类 别	专 业 硕 士
专 业 名 称	农业推广硕士
研 究 领 域	植物保护
所 在 学 院	农学院

中国·新疆·石河子

2015 年 6 月

**Studies on Synergistic Action of Fungicide Mixtures against**  
*Plasmopara viticola* in Xinjiang

A Dissertation Submitted to

**Shihezi University**

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of

**Master of Agriculture Extension**

By

**Cao Yuan-yuan**

**(Plant Protection)**

Dissertation Supervisor: Associate Prof. Yang De-song

June, 2015

## 石河子大学学位论文独创性声明及使用授权声明

### 学位论文独创性声明

本人所呈交的学位论文是在我导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含其他个人已经发表或撰写过的研究成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中作了明确的说明并表示谢意。

研究生签名：**曹媛媛**

时间：**2015**年**6**月**8**日

### 使用授权声明

本人完全了解石河子大学有关保留、使用学位论文的规定，学校有权保留学位论文并向国家主管部门或指定机构送交论文的电子版和纸质版。有权将学位论文在学校图书馆保存并允许被查阅。有权自行或许可他人将学位论文编入有关数据库提供检索服务。有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

研究生签名：**曹媛媛**

时间：**2015**年**6**月**8**日

导师签名：**杨德松**

时间：**2015**年**6**月**8**日

## 摘 要

**目的:** 葡萄霜霉病是葡萄的重要病害之一, 目前主要依赖于化学防治措施。生产上已经发现葡萄霜霉病菌对苯基酰胺类等杀菌剂产生了严重的抗药性, 延缓和治理抗药性的有效方法之一是杀菌剂的混用。烯酰吗啉和啞菌酯是生产上防治霜霉病的常用药剂, 单剂使用存在一定的抗药性风险。因此, 在监测抗药性的基础上, 研究了烯酰吗啉、啞菌酯、霜脲氰与代森锰锌混用对葡萄霜霉病菌的联合毒力, 选出有增效作用的药剂组合配比, 并且通过田间药效试验, 筛选出目前防治葡萄霜霉病效果较好的药剂, 为农业生产提供参考。

**方法:** 抗药性监测采用叶盘法, 杀菌剂混配的增效研究采用 Wadley 法。

**结果:** 1. 2013-2014 连续 2 年对新疆葡萄霜霉病菌的抗药性监测发现, 该菌对甲霜灵的抗性水平最高, 抗性倍数为 10-14 倍, 达到了中抗水平; 对烯酰吗啉和啞菌酯产生了较低的抗药性, 抗性倍数为 3-7 倍; 对乙蒜素还处于敏感水平, 抗性倍数为 2-3 倍。

2. 选用了啞菌酯、烯酰吗啉与代森锰锌进行混配。筛选了具有明显增效作用的杀菌剂组合配比: 代森锰锌+烯酰吗(7:1), 增效效果最显著, 增效系数 SR 值为 7.27。代森锰锌+霜脲氰(9:1), 增效效果最显著, 增效系数 SR 值为 2.77。代森锰锌+啞菌酯(5:1), 增效效果最显著, 增效系数 SR 值为 3.30。

3. 分别利用上述 4 种杀菌剂的单剂与混剂测定孢子囊萌发的抑制作用。各单剂对于葡萄霜霉病菌孢子囊萌发并没有明显的抑制作用, 代:烯 9:1、代:烯 7:1、代:烯 5:1、代:烯 3:1、代:霜 9:1、代:霜 7:1、代:啞 5:1、代:啞 3:1 能够明显的提高对孢子萌发的抑制作用。代森锰锌与烯酰吗啉、霜脲氰和啞菌酯增效组合的孢子囊萌发率远远低于各单剂孢子囊的萌发率。

4. 田间药效试验表明, 在使用的 9 种药剂中, 250 克/升啞菌酯悬浮剂 1500 倍液、52.5%噁酮·霜脲氰水分散粒剂 2000 倍液、72%烯酰·噻·醚可湿性粉剂 700 倍液, 这三种药剂在大田中不仅防治效果比较好, 而且持效期也相对较长。

**结论:** 新疆葡萄霜霉病菌对甲霜灵、烯酰吗啉、啞菌酯均已产生不同程度的抗药性, 混配试验发现, 代森锰锌与烯酰吗啉质量比为 7:1 混用时增效作用最明显, 混配增效组合的孢子囊萌发率低于各单剂孢子囊的萌发率。250 克/升的啞菌酯悬浮剂在大田试验中, 防治效果最好, 持效天数最长。

**关键词:** 葡萄霜霉病, 杀菌剂混剂, 抗药性监测, 联合毒力, 孢子萌发

## Abstract

**Object:** Grape downy mildew caused by *Plasmopara viticola* is one of major fungal diseases, its control mainly depends on chemical prevention and control measures. Now, seriously resistance to phenyl amide of the fungicides occurs worldwide in *P. viticola*. One of the best way to delay and management the resistance of *Plasmopara viticola* is mixing fungicide with synergistic action. Dimethomorph and azoxystrobin is used in controlling grape downy mildew, but the risk of resistance occurs when used in one kind of fungicides. The synergistic action against *P. viticola* of dimethomorph and azoxystrobin, cymoxanil mixed mancozeb separately was determined, the synergistic action composition was screened based on monitoring the *P. viticola* to fungicides. Field experiment was conducted with fungicides for controlling grape downy mildew, the safe and effective fungicides was selected for preventing grape downy mildew. These results provide theoretical basis for agricultural production.

**Methods:** The resistance of *Plasmopara viticola* was assayed by using leaf discs method, The obviously synergistic combinations of fungicides with using Wadley method.

**Results:** 1. The resistance of *P. viticola* to fungicides was monitored from 2013 to 2014 in Xinjiang. the resistance level of *P. viticola* to the metalaxyl was the highest, the resistance index was 10-14 times, reaching high resistant level. The resistance level of *P. viticola* to dimethomorph and azoxystrobin is low resistance, the resistance index was 3-7 times. The resistance level of *P. viticola* to ethlycin is sensitive, the resistance index was 2-3 times.

2. The synergistic action against *P. viticola* of dimethomorph and azoxystrobin, cymoxanil mixed mancozeb separately was determined. The obviously synergistic combinations and mixing ratios was screened out. The ratio of mancozeb+dimethomorph (7:1) is most significant synergistic effect, the synergistic ratios were 7.27. The ratio of mancozeb+cymoxanil (9:1) is the most significant synergistic effect, the synergistic ratios were 2.77. The obviously synergistic combinations of mancozeb and azoxystrobin, when the ratio of mancozeb+azoxystrobin (5:1) is most significant synergistic action, and the synergistic ratios were 3.30.

3. The experiments of inhibiting the sporangial germination was determined with single and the mixture fungicides. The inhibitory rate of single fungicides was lower than that of mixture for the sporangial germination. The obvious effective combinations for inhibiting sporangial germination including mancozeb+dimethomorph(9:1), mancozeb+dimethomorph(7:1), mancozeb+dimethomorph (5:1), mancozeb+dimethomorph (3:1), mancozeb+cymoxanil (7:1), mancozeb+cymoxanil (5:1), mancozeb+azoxystrobin (5:1), mancozeb+azoxystrobin (3:1). The inhibitory rate of synergistic combination is higher than that of single kind of fungicides for sporangium germination, such as mancozeb+dimethomorph, mancozeb+cymoxanil and mancozeb+azoxystrobin.

4. The results of the field efficacy tests showed that 250 g / L of azoxystrobin diluted 1500 times, 52.5% ethyl ketone-cymoxanil diluted 2000 times, 72% dimethomorph-thio-ether of 700 times, not only had good effects on controlling grape downy mildew in the field, but also the effective duration was relatively long.

**Conclusions:** The resistance of *P. viticola* to metalaxyl, dimethomorph and azoxystrobin fungicides occurred at different degree in Xinjiang. The best obvious synergistic action in all of mixture was mancozeb+dimethomorph (7:1). The inhibitory rate of mixture was better than that of single fungicides for the sporangial germination. The results of the field efficacy trail showed that the best effect and longest effective duration was 250 g / L of azoxystrobin when diluted 1500 times.

**Key words:** grape downy mildew, fungicide in mixture, resistance monitoring, joint-toxicity, spore germination

# 目 录

摘 要.....	I
Abstract.....	II
第一章 文献综述.....	1
1.1 葡萄霜霉病病原及发生症状.....	1
1.1.1 葡萄霜霉病病原.....	1
1.1.2 葡萄霜霉病发病症状.....	2
1.2 杀菌剂混配在农作物病害防治中的地位.....	2
1.3 杀菌剂混用的发展概况.....	3
1.4 农药混配存在的问题.....	4
1.5 杀菌剂混配后的变化.....	4
1.5.1 物理变化.....	4
1.5.2 化学变化.....	5
1.5.3 生物活性的变化.....	5
1.6 杀菌剂混配的原则.....	5
1.6.1 扩大杀菌谱.....	5
1.6.2 增效作用明显.....	5
1.6.3 延缓抗药性.....	6
1.7 杀菌剂混配的增效机制.....	6
1.8 杀菌剂混配的评价标准.....	6
1.8.1 共毒系数法.....	6
1.8.2 Wadley 方法.....	7
1.8.3 Gowing 方法.....	7
1.8.4 Abbott 方法.....	7
1.9 本研究选题的意义和思路.....	8
1.10 研究思路.....	8
第二章 葡萄霜霉病菌对 4 种杀菌剂的抗药性监测.....	9
2.1 材料与方法.....	9
2.1.1 供试药剂.....	9
2.1.2 供试菌株.....	9
2.2 抗药性测定.....	10
2.2.1 葡萄霜霉病对杀菌剂抗药性测定.....	10
2.2.2 发病情况调查.....	11
2.3 结果与分析.....	11
2.4 小结与讨论.....	14
第三章 杀菌剂混合物对葡萄霜霉病菌的联合毒力评价.....	16
3.1 试验材料.....	16
3.1.1 供试药剂.....	16
3.1.2 供试菌株.....	17
3.2 试验方法.....	17
3.2.1 杀菌剂混配对葡萄霜霉病的毒力测定.....	17
3.2.2 发病情况调查.....	17
3.2.3 不同杀菌剂混用的联合毒力评价.....	18

3.3 结果与分析.....	18
3.4 小结与讨论.....	20
第四章 混配增效组合对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响.....	22
4.1 材料.....	22
4.1.1 供试药剂.....	22
4.1.2 供试菌株.....	22
4.2 试验方法.....	22
4.3 结果与分析.....	23
4.3.1 代森锰锌与烯酰吗啉混配对孢子囊萌发的影响.....	23
4.3.2 代森锰锌与霜脲氰混配对孢子囊萌发的影响.....	24
4.3.3 代森锰锌与嘧菌酯混配对孢子囊萌发的影响.....	25
4.4 小结与讨论.....	26
第五章 药剂防治葡萄霜霉病的田间药效试验.....	28
5.1 材料.....	28
5.1.1 供试药剂.....	28
5.1.2 供试品种.....	28
5.2 试验方法.....	29
5.2.1 防治效果.....	29
5.2.2 持效期试验.....	29
5.2.3 田间调查及统计方法.....	29
5.3 结果与分析.....	30
5.3.1 田间药效试验.....	30
5.3.2 持效期试验.....	30
5.4 小结与讨论.....	31
第六章 结果与讨论.....	33
参考文献.....	35
致 谢.....	41
作 者 简 介.....	42
导师评阅表.....	43

## 第一章 文献综述

葡萄(*Vitis vinifera*)在新疆具有几千年的栽培历史,新疆地处亚欧大陆腹地,丰富的水、土、光、热资源和独特的地理气候环境造就了质地优良、种类多样的新疆葡萄,发展葡萄产业具有得天独厚的优势。充分利用新疆地域特色,葡萄产业的资源优势,增强其产品市场竞争力,确保新疆葡萄产业健康持续发展,对于稳定边疆和促进地区经济繁荣具有重要的现实意义。

新疆葡萄产业发展的最大瓶颈之一是病害问题,其中最主要的两类病害为霜霉病和白粉病。随着葡萄种植面积和范围的不断扩大,种植时间的延长,病害种类逐年增多,发生也越来越严重。不仅严重影响产量,降低葡萄的商品等级,打击果农种植的积极性。例如,2009年、2011年、2013年,石河子地区葡萄霜霉病大发生,不少单位产量损失都在30%以上。随着葡萄种植面积和规模的进一步扩大,特别是酿酒葡萄种植面积的迅速增加(已达鲜食葡萄的3.8倍)。生产商过分依赖于化学药剂导致了葡萄霜霉病菌对常规使用的药剂普遍产生了抗药性,防治效果大大降低。近几年,许多跨国农药企业开发了新型的杀菌剂及杀菌剂组合来投入到葡萄霜霉病的防治。生产上也迫切需要筛选新型高效药剂及增效组合。因此,本文在连续多年监测葡萄霜霉病菌抗药性的基础上,开展防治葡萄霜霉病的杀菌剂筛选及联合毒力研究,旨在为新疆葡萄病害的减量施药、合理混合用药的理论和实践提供参考。

### 1.1 葡萄霜霉病病原及发生症状

#### 1.1.1 葡萄霜霉病病原

葡萄霜霉病病原为葡萄生单轴霉(*Plasmopara viticola*(Berk.et Curtis)Berlet de Toni),是专性寄生菌。植物病原物在寄主组织的各个细胞之间蔓延,形成瘤状吸器,病原物通过瘤状吸器在寄主细胞内吸收养分。孢囊梗没有颜色,细长,单一或成簇从葡萄叶片背部的气孔伸出。一般情况下,单轴分枝2-6次,直角或近直角。孢囊梗的顶部钝圆或平截,有2-3个小梗,末枝比较刚直,孢子囊着生在小梗上。孢子囊较小,单细胞,球形,顶部有突起和短柄,易脱落。在环境适宜时,孢子囊萌发产生游动孢子和芽管,在较平的那一边着生鞭毛。通常情况下,三十分钟后,鞭毛开始收缩,变成球形就静止了,一会儿又开始萌发,产生芽管,由葡萄叶片背部的气孔侵入宿主植物。在病原菌进入寄主后,在寄主植物组织内病菌可以形成卵孢子。卵孢子不经常发现,颜色多为淡褐色,形状近圆形,表面光滑,略有不平,卵孢子壁与藏卵器不融合。在第二个生长周期,当外部环境达到条件,卵孢子就在有水的环境下形成芽管(刘新秀,2013)。

### 1.1.2 葡萄霜霉病发病症状

葡萄霜霉病发病后损失惨重。因其潜育期很短、再侵染很快、病原菌繁殖快等原因，在整个葡萄生育期，只要外部环境合适，很容易造成防治过晚，损失严重。葡萄霜霉病主要通过风雨把孢子囊传播到葡萄叶片上进行初侵染，通过孢子囊萌发传播到新梢果梗等比较幼嫩的组织结构进行再侵染。只要叶片发生侵染后，正面叶片初生无规则黄褐色病斑。随着时间得延长，病斑逐渐增大，叶片背部在空气湿度大的环境下可以形成白色的霜霉状物，即病菌的孢子囊和孢囊梗(石晓海, 2012; 史娟, 2006)。

葡萄叶片最初侵染病害时，叶片的正面会形成一块很小的半透明淡黄色水渍状斑点，之后慢慢形成深黄色或黄褐色无规则大病斑，而后变黄至枯死。病情随着时间的推移而蔓延，很多相距较近的小病斑将会逐步扩大，最终融合成为一个无规则的大病斑。霜霉病害盛行年月，葡萄叶片焦枯早落，直接影响当年产量。在潮湿的环境下，病部的叶片背部会有一层白色的霜状物。嫩梢等部位被侵染后，将会产生淡黄色至深黄色水渍状的斑点，在感病部位扩展很快，颜色也逐渐变深，病部常凹陷。空气湿度过大时，嫩梢病部也会形成一层白色的霜状物，但是和叶片相比很稀疏，感病的很少。空气湿度不大时，病部常凹陷，生长受影响，会扭曲而死。葡萄花穗期感病，常会形成淡绿色或绿色斑点，花穗上会长出白色霜状物，后期颜色变深，花穗脱落。幼果感病后，受害的幼果由淡绿色变为灰色，果实产生一层霉状白雾。感病果粒在侵染初期就会比其他果实果粒硬度大，侵染后期就会变褐软化，但果粒容易脱落，甚至整个果穗脱落，会在穗轴上留下脱落痕迹，但已上色或接近成熟的果粒则不易被侵染(董今皋, 2001)。

## 1.2 杀菌剂混配在农作物病害防治中的地位

农药的混配一方面可以提高药效，另一方面可以延缓抗药性的产生。化学结构与作用机理相似的化合物，往往都会产生交互抗药性。为了延缓抗药性的出现，应轮换或混配使用病原物不易发生交互抗性的化学农药。这样可以减少病原物对大量单一使用农药的抗药性，大大的减少了研发新型杀菌剂混剂的难度。同时期多发的植物病害可以通过使用杀菌剂混剂来进行预防，作物在整个生长时期经常有不同病害先后发生，或者在某一个生长时期同时发生，这就对与植保相关工作的人员提出了同时期防治的需求(韩丽娟, 1994)。

市场上的杀菌剂种类较多，为了兼治多种病害，扩大杀菌谱，延缓抗性的发展，从而达到降低成本和负交互抗药的目的。利用药剂间负交互抗药关系的混配和药剂间协同增效来提高防效和降低成本，在农业生产中具有重要的意义。在生产上使用杀菌剂混剂，可以增加杀菌剂的杀菌谱，也可以确保各单剂在单独使用时对防治对象高效，混合剂量应保持各自的使用剂量。还可以延缓病菌群体中抗

药性，降低施用投入，更可以控制病害的蔓延，保护有益生物减少污染。

20 世纪 50 年代中期，由于大量单一使用非选择性、多靶标位点的化学农药，人们忽视了病原物抗性得产生。直到 60 年代后，选择性强的内吸性化学农药涌现，普遍应用到农作物病害防治。当植物病原菌体内存在抗性个体后，继续繁殖，侵染宿主，降低耐药性病原物的数量。

生产上防治葡萄霜霉病的化学农药均以产生抗药性，人们越来越关注植物病原菌的抗药性发展，开始开发新的药剂品种。混配化学农药的研发和开发，特别是要研制产生负交互抗性化学农药。所以，在选择农药组分时，严格按照混配的原则，单剂之间无交互抗性，具有相近持效期，不会产生拮抗作用，选用最佳质量比等。只有按照正确的流程，才可以研发出高效的品种(陈治芳, 2011)。

### 1.3 杀菌剂混用的发展概况

化学农药的制备及应用方法的研究和开发，可以由不同农药的混合和混合使用表示。杀菌剂混用主要包括农药混合制剂的使用和施药现场桶混，二者虽有差别，但其原理大致一样(毕秋艳, 2010)。在农业生产中，倡导合理将农药混配，减量施药，减少防治费用。要保证用药质量，化防人员首先应进行系统培训，熟练掌握配药、施药和用药器械的使用技术。通过了解各种化学药剂的理化性能和生物活性的改变后，一部分化学药剂的混合使用流行起来，形成了固定的经验和模式。一部分药剂通过混合可以产生意想不到的防治效果，单个农药制剂的使用防效不如农药混剂的使用防效，说明了药剂之间产生了增效作用。所以，与农药研究有关的研究学者们开始重视这种农药的增效作用，使化学农药的混配研究得到了较快的发展(刘学敏, 2002)。杀菌剂混配是农作物对的杀菌剂的抗药性逐渐增加，农资市场上药品种类的增加而显现的，也是生产上的一种供求结果。20 年以来，杀菌剂混配在农药中的比例大大的增加，在农药的登记中就会出现各式各样的混配类型。但是，在今后的研究中，不但要在生产中增加一些新品种来更好的防治植物病害，还应做好混配杀菌剂在实际应用中大批量的技术上工作。60 年代后期，开发出了防治效果较好的杀菌剂，大量用于农作物病害防治，农作物病原菌才出现了抗药性问题，病害发生严重。1970 年后，研究学者开始研究植物病原菌的抗性发生机制、抗性群体形成的因素等。70 年末，日本整个注册药剂的一半以上都是杀菌剂混剂。70 年代中期，美国市场上出售商品的二成都是杀菌剂混剂。所以，全世界农业大国不仅十分鼓励继续研发古老优良的杀菌剂种类混配，也盼望新型杀菌剂混剂的研发成功。生产中人们把杀菌剂混配混用来扩大作用谱，由于农作物一般会并发几种病害，若只使用单一药剂，只能控制一部分病害，势必造成另一部分病害的猖獗为害。拿杀菌剂来说，许多杀菌剂的防治谱很窄，二甲嘧吩仅对白粉病有效，苯基酰胺类杀菌剂仅对卵菌病害有特效，苯并咪唑类虽然可以防治大量的病害，却对卵菌病害无效。温室黄瓜使用甲霜灵可

以防治霜霉病，但不能防治炭疽病，而使用甲霜灵和代森锰锌，或克菌丹复配剂则能同时有效得控制霜霉病和炭疽病。将杀菌剂与杀虫剂混配，可以得到病虫害一起防治得效果，啞菌酯与咪蚜胺复配，可以同时防治霜霉病与蚜虫。

## 1.4 农药混配存在的问题

化学农药混配一般都是在施药现场进行桶混。但是，并不是所有的杀菌剂都遵循混配原则，也并非杀菌剂混配都能产生增效的结果。当前农药在混用的过程中均出现了盲目混用、误解用药，从而导致药害、污染等不合理使用药剂现象的产生。

化学农药混配后有可能产生叠加效应，并没有影响防治效果。对于混配药剂能做到一次施药，防治不同病虫对象也存在误区。首先要了解单剂的作用机制，具有负交互抗性的单剂混合后不会产生抗药性，其次要降低单位面积的施用量。

农药混配后虽然可以延缓农作物抗药性，但是病原菌会随时发生变异。如果化合物的药物配方是固定的，不能变换，就会引起抗药性风险。化学结构和作用机制相似的化合物之间，往往具有交互抗药性，所以一般不宜混配。此外，化学农药混合物一部分会产生毒性，应加强监管工厂的生产过程、提高销售人员的职业素养。

植物病害化学防治时出现了抗药性问题，随着社会发展，生活水平提高，一些绿色、有机的农作物被人们所提倡，这就要求无公害、无机农药的不断涌现，防治植物病害应从农业生态的整体出发，强化对杀菌剂抗性的危险性和危害性的宣扬，提高各级农业部门的了解。各单位应该相互沟通交流，每个人了解自己的责任与义务。

## 1.5 杀菌剂混配后的变化

农药混配并不是随意选择两种杀菌剂当成组分，首先要明确杀菌剂单剂有效成分不能发生不利于药效发挥及作物安全性的变化。其次，才可以探讨农药混用后各种相互作用。

### 1.5.1 物理变化

物理变化有 3 种：第一种是不改变药剂的性能，保持自身特有的性能，因此不影响使用。第二种是性能得到了改良，可以使用。第三种是破坏了性质，产生不良得后果，可以导致乳液稳定性降低，特别是农药和硫酸钾等肥料混用时，药液表面张力增大，严重的会出现药害，不可用。

### 1.5.2 化学变化

农药混合后可能产生化学变化，特别是储存年限较长的化学农药。例如：有些化学农药溶于水后呈碱性，就不能和具有酯、酰胺类等结构的化学药剂混合，否则就会发生中和作用。含硫的杀菌剂像代森锌和福美双等和杀虫剂敌百虫等混合使用，因为混合造成酸的分解，会产生药害。

### 1.5.3 生物活性的变化

生物变化有三种：第一种是相加作用，即化学农药混配后对病原菌的毒力与各个单剂单独使用的毒力之和一致。第二种是增效作用，化学农药混配后对病原菌的毒力比各个单剂单独使用的毒力大。第三种是拮抗作用，化学农药混配后对病原菌的毒力要小于各个单剂单用时的毒力之和。

化学农药混用后可能对哺乳动物产生增毒效应，也涉及对被保护对象的安全性，特别是对作物产生药害，除草剂敌稗和有机磷类或氨基甲酸酯类杀虫剂混用后抑制芳胺酰酶的活性。

## 1.6 杀菌剂混配的原则

### 1.6.1 扩大杀菌谱

选择杀菌谱不同、靶标不同的药剂混配时，可以扩大药物防治范围，延长药物使用年限。多菌灵可以有效的防治葡萄白粉病和葡萄灰霉病，但对葡萄霜霉病无效，然而霜霉病菌对代森锰锌比较敏感，因而采用含有多菌灵和代森锰锌质量比以 2:5 的比例混配时，就可以同时达到防治葡萄白粉病、葡萄灰霉病和葡萄霜霉病的效果。又如温室黄瓜使用甲霜灵可以防治霜霉病，但不能防治炭疽病，而使用甲霜灵和代森锰锌，或克菌丹复配剂则能同时有效得控制霜霉病和炭疽病。

### 1.6.2 增效作用明显

一般保护剂与治疗剂混配后可以起到保护和治疗两种效果。保护剂可以阻止病原再次侵入，治疗剂可以杀死已经侵入植物体内的病原体的细胞或核酸。治疗剂噁霜灵和保护剂代森锰锌混配，其中噁霜灵可以抑制病菌 RNA 的生物合成，有接触杀菌和内吸传导活性，代森锰锌对病原物呼吸作用时丙酮酸的氧化起到抑制作用。防治霜霉病时，噁霜灵与代森锰锌的质量比为 1:7 时，杀菌效果显著 (Clemens, 1999)。

### 1.6.3 延缓抗药性

生化位点由单基因控制时,容易产生抗性群体,并向一定方向变化。有些病原菌为多侵染循环病原菌,所以其病菌基数大,传播范围广而且存在异质性。所以,针对该敏感药剂研究成为现代农作物得需要,最合适的杀菌剂混剂则是负交互抗性关系。从混配原则来说,这种药剂可以控制病原菌产生抗药性(叶钟音,1987)。选择性强的化学农药对病原物有特殊的生化位点,当病原物中有抗性个体时,通过使用防治效果好的化学农药,可以杀死敏感病原物,留下抗性个体,抗药性部分则会继续危害作物(周明国,1995)。单一靶标的农药,非常容易产生变异,从而减少与作用位点的抗药性。杀菌活性的范围也基本相同,但对于真菌和植物的内吸性和传导性以及生理生化特性和代谢速率的影响是不同的(L Emery, 2002)。保护剂代森锰锌可以与内吸杀菌剂霜脲氰进行混配,证实其混配剂对霜霉病菌起到了增效作用(庄占兴,2000)。在频繁使用甲霜灵的葡萄产区,可以使用治疗剂霜脲氰与保护剂代森锰锌混合物,在一定程度上可以有效缓解植物抗药性的发展(王文桥,2002)。

## 1.7 杀菌剂混配的增效机制

杀菌剂复配对真菌不同阶段的作用,通常干扰病原物生物合成过程,呼吸作用细胞核功能和病菌菌丝的生长、孢子的萌发、子实体和附着孢的形成。通过减少吸收或代谢变化的排泄增加,限制大量的化学农药透过细胞膜或细胞壁达到作用部位,或者利用生物能量排出进入细胞内的化学物质,防治抗药性积累。病原物细胞通过生化作用可以将化学农药变成无毒农药,也可能发生钝化反应。病原物通过改善某些生理代谢,来补偿抑制作用,适当增加靶标酶的产量,阻止作物正常的生理代谢,病原物可以绕道完成正常的生命活动。杀菌剂混配可以增强寄主的抗病性,杀菌剂通过作用于寄主,从而增强作物的抗病性。改变寄主组织的结构或改变寄主的生长速度,通过影响植物的代谢过程而提高抗病力,如对糖酵解、脂肪酸氧化、三羧酸循环、呼吸链电子传递的影响。抗性基因突变具有多效作用,可以探明杀菌剂存在的抗性发生机制,也可以引起其他特征的变化。

## 1.8 杀菌剂混配的评价标准

### 1.8.1 共毒系数法

共毒系数计算公式:

$$\text{毒力指数} = (\text{单剂中已知成分的 } EC_{50} / \text{供试混剂的 } EC_{50}) \times 100$$

若化学农药混剂中由 N 个单剂组成，那么原则上毒力指数 (TTI) 为：

$$TTI = \sum (n \text{ 单剂 } I \text{ 的毒力指数} \times \text{单剂在混剂中的有效含量})$$

混配剂的共毒系数 (CTC) 的计算公式为：

$$CTC = (\text{混剂的实际毒力指数} / \text{混剂的理论毒力指数}) \times 100$$

共毒系数的大小是受配比的影响，试验量大。仅靠单一配比的共毒系数大小来评判混配的增效作用大小来筛选增效组合，是不能够反映真实药效的。根据共毒系数的最佳配比和最佳比例进行混配时，必须比较混配的最大共毒系数，共毒系数最大的才是最佳组合 (陈治芳, 2011)。

### 1.8.2 Wadley 方法

Wadley 方法要求建立毒力回归方程，计算  $EC_{50}$  值，通过增效系数 (SR) 的大小来评价混配剂的增效作用。计算公式为：

$$EC_{50\text{exp}} = (a+b) / [(a/EC_{50A}) + (b/EC_{50B})] \quad SR = EC_{50}(\text{理论}) / EC_{50}(\text{实际})$$

A、B 分别表示两种杀菌剂混剂的有效成分，a、b 是 A、B 两组分在复配组合中含量的比值。SR ≤ 0.5 为拮抗作用，SR: 0.5–1.5 为相加作用，SR ≥ 1.5 为增效作用。Wadley 可以对这些各种化学农药的混配进行评价。这种方法可用于估计任何浓度化学农药的互作，其可靠性不等同于病害的防治效果。在单一试验中可以用于浓度的反映，不能用于防治效果的研究。一般情况下，理论  $EC_{50}$  和实际  $EC_{90}$  计算所得的增效比是基本一致的 (刘学敏, 2002)。

### 1.8.3 Gowing 方法

用 Gowing 方法评价杀菌剂混剂成分之间的互作，计算公式为：

$$C_{\text{exp}} = C_1 + C_2(1 - C_1)$$

其中， $C_{\text{exp}}$  是混配剂对植物病原菌抑制作用的预测情况， $C_1$  和  $C_2$  是单剂单独使用时对病原物的实际测得值。试验中如果测定的 ( $C_{\text{obs}}$ ) 与 ( $C_{\text{exp}}$ ) 相等 ( $\Delta C = 0$ )，则混剂中个组分之间互相独立，如果  $C_{\text{obs}}$  大于或小于  $C_{\text{exp}}$  ( $\Delta C > 0$  或  $\Delta C < 0$ ) 则混剂中各组分表现增效或拮抗作用 (Stehmann C, 1996)。

### 1.8.4 Abbott 方法

当混剂的防治效果用百分比来表达防效 ( $\%C_{\text{exp}}$ ) 时，混剂预期控制效果可用 Abbott 方法评价。计算公式为： $\% C_{\text{exp}} = A + B - (AB/100)$ 。

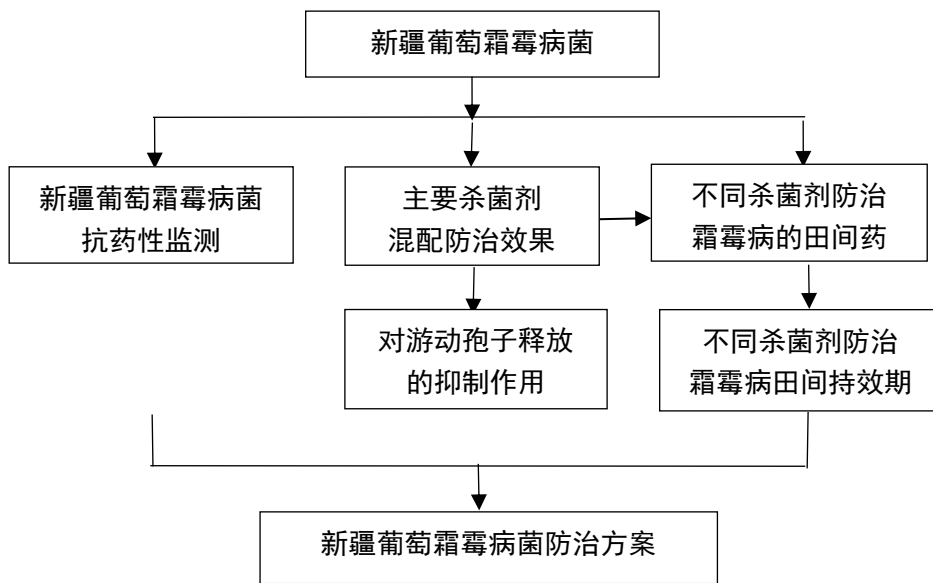
其中 A 和 B 为单剂的控制水平。如果试验测得的混剂实际防治效果 ( $C_{\text{obs}}$ ) 和预期防治效果 ( $C_{\text{exp}}$ ) 的比值 (增效比) > 1，则混剂表现增效作用。运用 Abbott 方法估计混剂中单个组分的互作没有经过数学转换，是因为单剂的防治效果没有超过 70%。随着单个组分防治效果的增加，混剂的增效作用降低，当单剂的防治水平较高时混剂的增效作用几乎为 0 (毕秋艳, 2010)。

## 1.9 本研究选题的意义和思路

新疆是全国最大的葡萄产区，具有几千年的栽培历史，得天独厚的气候资源使得新疆生产出来的葡萄具有糖分高、口感好的优质特点。近几年随着葡萄面积的增加，葡萄病害呈现暴发频繁、逐年加重的趋势，部分地区已经出现对现有常用杀菌剂产生抗药性的现象。为了保护现有杀菌剂使用时间更长，本研究拟通过不同类型农药混配，达到减缓葡萄霜霉病菌抗药性的产生，减少施药次数的目的。通过混配农药达到减少施药频次、施药量、防治时间更长久，进一步明确不同农药混配后效能的变化。

生产上防治葡萄霜霉病主要依赖于化学防治，本研究通过杀菌剂的混配希望找到不同杀菌剂的最佳组合，明确增效组合的作用机理，为新疆葡萄的生产提供指导和理论参考。

## 1.10 研究思路



## 第二章 葡萄霜霉病菌对 4 种杀菌剂的抗药性监测

多年以来,防治霜霉病的主要措施是化学防治,长期、单一、频繁的使用作用机理类似、作用位点单一的化学药剂是生产上普遍存在的现象。单一使用同类杀菌剂极易产生抗药性(徐汉虹, 2010)。例如,我国最初引进了甲霜灵防治卵菌病害,效果很好,但是忽视了该药具有高抗药性风险的药剂,导致使用 2-3 年后,黄瓜霜霉病、葡萄霜霉病菌对其普遍产生抗药性,防治效果失败(王文桥, 1996),现在市场多见甲霜灵的混剂。目前,生产上施用的药剂主要有甲氧基丙烯酸酯类、甲氧基吗啉类等。嘧菌酯具有保护、根除、治疗效果,对几乎所有的病害都具有较高的活性。烯酰吗啉对卵菌病害有特效,具有保护和抗产孢作用。已经有文献报道单一使用嘧菌酯和烯酰吗啉等内吸性药剂容易产生抗药性。久远的栽培历史和长期多年的使用化学农药导致了新疆葡萄霜霉病菌对化学药剂的抗药性有日益严重的趋势。

为了明确葡萄霜霉病菌对主要药剂的田间抗药性水平发展态势,采用叶盘漂浮法测定了新疆地区葡萄霜霉病菌对4种药剂的抗性变化动态。为进一步实施杀菌剂轮换或混合用药、抗药性治理,以及制定合理的施药流程提供理论依据。

### 2.1 材料与方法

#### 2.1.1 供试药剂

50%烯酰吗啉水分散粒剂:深圳诺普信农化股份有限公司;250克/升嘧菌酯悬浮剂,先正达(苏州)作物保护有限公司;30%甲霜灵可湿性粉剂,中国青岛泰格尔化工有限公司;80%乙蒜素乳油,郑州谢氏农化有限公司。

#### 2.1.2 供试菌株

样本采集:2013年6-9月从石河子地区143团、152团等、昌吉、博乐83团、86团等、伊犁园艺场、阿克苏等15个葡萄主要栽培地采集葡萄霜霉病菌叶装入采样袋,共计139株菌样(表2-1)。

表2-1 菌种编号、样本量及采集地点

Table 2-1 Number, Simple size and Collecting location of the strain

菌种编号 Number	样本量 Simple size	采集地点 Collecting location
A1-7	7	石河子总场4连
B1-11	11	145团6分厂林管站
C1-9	9	农四师62团8连
D1-14	14	农四师70团
E1-17	17	石河子大学实验站
F1-6	6	塔城市郊区
G1-8	8	阿克苏地区
H1-7	7	博乐83团园艺1连
I1-8	8	伊犁园艺场
J1-12	12	152团14连
K1-14	14	143团14连
L1-5	5	89团
M1-7	7	乌图布拉格镇
N1-8	8	90团
O1-6	6	86团

## 2.2 抗药性测定

### 2.2.1 葡萄霜霉病对杀菌剂抗药性测定

将采回的病叶用毛笔在自来水下冲刷叶片正反面,把叶片上的灰尘和孢子囊清洗干净,在恒温培养箱中保湿 24h (20-23℃)。待长出新鲜的孢子囊后,用毛笔在蒸馏水下冲洗病部的霉层,用显微镜在 10×10 倍镜下观察,用血球计数板计数,配置成  $1.0 \times 10^4$  个孢子囊/mL 孢子囊悬浮液。

将烯酰吗啉和啞菌酯用无菌水的稀释浓度为 1、0.5、0.25、0.125、0.0625、0.0313 $\mu$ g/mL;甲霜灵和乙蒜素用无菌水的稀释浓度为 2、1、0.5、0.25、0.125、0.0625 $\mu$ g/mL。

采用叶盘法来测定新疆葡萄霜霉病菌对 4 种杀菌剂的抗药性。接种叶片选择石河子大学农学院试验站葡萄园的红提叶片,尽可能采集叶龄相同、健康的叶片。叶片用直径为 3cm 的打孔器打成圆形叶盘,每个培养皿里放 5 个叶盘,将叶片正面朝上浸泡于不同浓度梯度的药液中 1h,用镊子将叶盘从药液中取出,用吸水纸将叶盘上残留的药液吸干,叶片背面朝上置于用蒸馏水润湿的滤纸上,在每一

个叶盘上接种配好的孢子囊悬浮液，置于培养箱中培养7天，每个处理重复3次。

### 2.2.2 发病情况调查

将孢子囊接种叶片7天后，根据叶片发病面积，采用6级分级法(罗彦平, 2013)调查病情：

0级：无病斑；

1级：发病面积占叶片总面积的5%以下；

2级：发病面积占叶片总面积的5.1%–25.0%；

3级：发病面积占叶片总面积的25.1%–50%；

4级：发病面积占叶片总面积的50.1%–75.0%；

5级：发病面积占叶片总面积的75.1%以上。

由此可以计算出各个处理的病情指数、相对防效，求出药剂毒力回归方程和 $EC_{50}$ 。

病情指数=( $\Sigma$ (各级病叶数 $\times$ 各级代表值)/(调查总叶数 $\times$ 最高一级代表值) $\times$ 100。

防治效果(%)=(对照叶盘病情指数–处理叶盘病情指数/对照叶盘病情指数) $\times$ 100%。

将防治效果转换成机率值(Y)，药剂浓度转换成对数值(X)，得出试验4种药剂对菌株的毒力回归方程 $Y=A+BX$ 、 $EC_{50}$ 和相关系数(r)。以2012年得出的敏感基线为基础，得出抗性水平。

## 2.3 结果与分析

测定了15个来自新疆不同地方的139个葡萄霜霉病病样对杀菌剂烯酰吗啉、啞菌酯、甲霜灵和乙蒜素4种药剂的抗药性水平，结果见表2-1至2-5。通过抗药性水平的测定，结果表明，各地的菌株对于同一种药剂的敏感性差异不显著，抗性水平相近。根据图2-5表示，葡萄霜霉病对烯酰吗啉的抗性水平均为6-7倍，为低抗水平，对啞菌酯的抗性水平均为3-4倍，为低抗水平，对甲霜灵的抗性水平均为10-14倍，为中抗水平，对乙蒜素的抗性水平均为2-3倍，为敏感水平。

表 2-2 葡萄霜霉病菌对烯酰吗啉的抗药性测定

Table 2-2 Resistance of *Plasmopara viticola* to dimethomorph

菌株编号 Number	毒力回归方程 Toxicity regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient	EC <sub>50</sub> (μg/mL)	抗性倍数 Resistance ratios
A1-7	y=0.98x+4.98	0.9095	1.32	6.95
B1-11	y=1.18x+4.91	0.9373	1.38	7.26
C1-9	y=1.23x+5.01	0.9450	1.36	7.16
D1-14	y=1.24x+5.05	0.9354	1.34	7.05
E1-17	y=1.51x+5.35	0.9450	1.25	6.57
F1-6	y=0.61x+4.98	0.9657	1.26	6.63
G1-8	y=0.78x+5.35	0.9696	1.18	6.21
H1-7	y=1.03x+5.12	0.9356	1.18	6.21
I1-8	y=1.05x+5.00	0.9336	1.20	6.32
J1-12	y=0.64x+5.10	0.9754	1.19	6.26
K1-14	y=1.13x+4.94	0.9018	1.20	6.32
L1-5	y=1.25x+5.20	0.9591	1.19	6.26
M1-7	y=1.24x+5.13	0.9795	1.19	6.26
N1-8	y=1.03x+4.97	0.9827	1.20	6.32
O1-6	y=1.10x+5.12	0.9788	1.20	6.32

葡萄霜霉病菌对烯酰吗啉的敏感基线为 0.19μg/mL。(2012)

表 2-3 葡萄霜霉病菌对啞菌酯的抗药性测定

Table 2-3 Resistance of *Plasmopara viticola* to azoxystrobin

菌株编号 Number	毒力回归方程 Toxicity regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient	EC <sub>50</sub> (μg/mL)	抗性倍数 Resistance ratios
A1-7	y=1.02x+5.36	0.9597	0.63	3.71
B1-11	y=1.04x+5.46	0.9788	0.59	3.47
C1-9	y=1.06x+5.34	0.9899	0.61	3.59
D1-14	y=0.80x+5.05	0.9498	0.66	3.88
E1-17	y=1.06x+5.81	0.9964	0.58	3.41
F1-6	y=1.03x+5.37	0.9511	0.59	3.47
G1-8	y=1.15x+5.98	0.9415	0.53	3.12
H1-7	y=1.03x+5.43	0.9821	0.54	3.18
I1-8	y=0.89x+5.21	0.9842	0.56	3.29
J1-12	y=1.05x+5.36	0.9697	0.56	3.29

K1-14	$y=0.88x+5.31$	0.9160	0.57	3.35
L1-5	$y=1.00x+5.48$	0.9734	0.57	3.35
M1-7	$y=1.04x+5.42$	0.9915	0.57	3.35
N1-8	$y=1.08x+5.35$	0.9863	0.57	3.35
O1-6	$y=1.10x+5.47$	0.9938	0.57	3.35

葡萄霜霉病菌对啞菌酯的敏感基线为 0.17 $\mu$ g/mL。 (2012)

表 2-4 葡萄霜霉病菌对甲霜灵的抗药性测定

Table 2-4 Resistance of *Plasmopara viticola* to metalaxyl

菌株编号 Number	毒力回归方程 Toxicity regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient	EC <sub>50</sub> ( $\mu$ g/mL)	抗性倍数 Resistance ratios
A1-7	$y=1.06x+5.14$	0.9876	1.12	10.18
B1-11	$y=0.96x+5.08$	0.9940	1.16	10.55
C1-9	$y=1.03x+5.12$	0.9879	1.17	10.64
D1-14	$y=1.02x+5.06$	0.9944	1.17	10.64
E1-17	$y=0.99x+5.27$	0.9862	1.13	10.27
F1-6	$y=1.09x+5.05$	0.9889	1.52	13.82
G1-8	$y=1.14x+5.28$	0.9832	1.11	10.10
H1-7	$y=0.99x+4.96$	0.9973	1.14	10.36
I1-8	$y=1.07x+5.02$	0.9908	1.16	10.55
J1-12	$y=1.00x+4.99$	0.9981	1.18	10.73
K1-14	$y=1.00x+4.94$	0.9847	1.20	10.91
L1-5	$y=0.96x+4.95$	0.9977	1.21	11.00
M1-7	$y=0.98x+5.04$	0.9837	1.22	11.09
N1-8	$y=0.98x+5.02$	0.9906	1.22	11.09
O1-6	$y=0.98x+5.00$	0.9841	1.23	11.18

葡萄霜霉病菌对甲霜灵的敏感基线为 0.11  $\mu$ g/mL。 (2012)

表 2-5 葡萄霜霉病菌对乙蒜素的抗药性测定

Table 2-5 Resistance of *Plasmopara viticola* to ethylsulfon

菌株编号 Number	毒力回归方程 Toxicity regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient	EC <sub>50</sub> (μg/mL)	抗性倍数 Resistance ratios
A1-7	y=1.01x+4.86	0.9685	1.60	2.86
B1-11	y=0.93x+4.96	0.9933	1.49	2.66
C1-9	y=1.06x+4.97	0.9937	1.44	2.57
D1-14	y=0.99x+4.93	0.9851	1.44	2.57
E1-17	y=0.91x+4.97	0.9852	1.43	2.55
F1-6	y=0.83x+4.80	0.9692	1.46	2.61
G1-8	y=0.97x+5.07	0.9922	1.42	2.54
H1-7	y=1.02x+4.95	0.9910	1.42	2.54
I1-8	y=0.93x+4.96	0.9933	1.42	2.54
J1-12	y=0.90x+4.81	0.9859	1.44	2.57
K1-14	y=1.08x+5.07	0.9849	1.42	2.54
L1-5	y=0.96x+4.93	0.9969	1.42	2.54
M1-7	y=0.96x+4.97	0.9913	1.42	2.54
N1-8	y=1.09x+5.00	0.9961	1.41	2.52
O1-6	y=1.06x+4.99	0.9938	1.40	2.50

葡萄霜霉病菌对乙蒜素的敏感基线为 0.56μg/mL。(2012)

## 2.4 小结与讨论

测定了 139 株新疆葡萄霜霉病菌对烯酰吗啉、啞菌酯、甲霜灵、乙蒜素的抗性水平。长期以来,对于葡萄霜霉病的防治以化学防治为主,在早期主要是用一些比较传统的杀菌剂,如波尔多液等。波尔多液是一种良好的保护剂,是一种非选择性农药,其成分中得铜离子主要妨碍和抑制病菌的代谢而导致病菌死亡,铜离子对病菌的作用位点多,对病菌代谢的抑制位点多,所以在生产上使用 100 多年还未产生抗药性。国内外有很多研究表明,烯酰吗啉是一种防治卵菌病害的新型内吸治疗性专用低毒杀菌剂,对霜霉病菌存在抗药性风险。也有文献报道称,啞菌酯具有保护、治疗、铲除、渗透和内吸活性等特点,能抑制线粒体的呼吸,诱导植物产生免疫作用,防止病菌侵染。啞菌酯具有良好的内吸疏导性能和扩散性能,具有很高的选择性,特别光谱、高效的抗菌特性,被广泛应用于多种作物病害的防治,但是该药剂属于高风险杀菌剂,在生产上连续使用 2-3 年后也会产生抗性菌株。随着甲霜灵被发现对卵菌病害有特效的情况下,使卵菌病害的化学防治进入了一个崭新的阶段,由于甲霜灵的大量使用,其高抗性已经成为关键性问题。乙蒜素是一种广谱性的杀菌剂,具有保护和治疗作用,该药在防治病害的

同时，对寄主植物具有生长刺激作用，使种子出苗快且幼苗生长健壮，是对霜霉病产生抗药性的化学药剂的理想替代品。

在新疆葡萄霜霉病菌的抗药性监测中发现，甲霜灵的抗性水平最高，达到了中抗水平，这与王文桥（1996）的报道相一致。因为甲霜灵是防治卵菌病害的常用药剂之一，但由于甲霜灵起初的作用机理是抑制 rRNA 的生物合成，但是聚合酶发生了突变，对病原菌作用位点单一，长期使用将产生高水平抗药性。

目前，新疆葡萄霜霉病菌已对烯酰吗啉和啞菌酯产生了较低的抗药性，建议在施用此类药剂的时候不要单一、连续使用，防止产生更高的抗性。乙蒜素对于防治新疆葡萄霜霉病还处于敏感水平，可作为葡萄霜霉病的预防药剂，是一种优良的保护剂，可以抑制菌体的正常生长。新疆葡萄霜霉病菌对甲霜灵已产生较高的抗药性。通过测定新疆葡萄霜霉病对这 4 种杀菌剂的抗药性，可为田间的抗药性监测提供参考，可初步评价葡萄霜霉病对这 4 种杀菌剂的抗性风险，从而为抗性风险管理措施的制定提供依据。

## 第三章 杀菌剂混合物对葡萄霜霉病菌的联合毒力评价

药剂混合使用是植物病原菌抗药性治理对策之一 (Brenet, 1995)。合理的混用可以扩大防治谱, 提高防治效果, 降低防治成本。但药剂混用也存在一些问题, 有的混剂组分选择不合理, 将作用机制相同的药剂混用就难以起到增加药效、延缓抗性的目的, 反而会加快抗性的发展; 从理论上讲, 混合药剂中各有效成分的降解速度与残效期应基本一致或接近, 否则降解速度较快的组分被降解以后无异于使用单剂, 更易于病原菌抗药性的产生 (杨向黎, 2001)。因此, 农药混用应遵循以下原则: 混剂中各组分在混配时不能起物理和化学变化; 各组分混配后应是增效或相加作用; 混剂中各组分应具有不同的作用机制; 混剂中各组分的降解速度与残效期应基本一致或接近; 靶标对混剂中的各组分之间应无交互抗性。

内吸性杀菌剂通常具有较高的抗性风险, 及早制定合理的抗性治理策略, 并指导田间药剂使用, 是保护现有农药使用期限, 延缓抗药性的最佳策略。FRAC (王文桥, 2000) 推荐的抗药性治理对策为杀菌剂混用与交替使用, 限制一个生长季节内用药次数, 按照推荐剂量使用, 避免铲除性用药, 病害综合治理及化学药剂多样化等 (Brenet, 1995)。混合用药和减少用药是克服病菌抗药性主要对策。目前已明确在多数情况下, 2种不同作用机制的杀菌剂混合使用可在一定程度上延缓或阻止病原菌种群对杀菌剂的抗性发展。但药剂混用也可能引起病原菌对混合药剂中多种有效成分的抗性 (即多抗性) 的产生, 因此进行药剂混配使用时, 应考虑有效成分的联合毒力、药剂混用对其中单剂抗性发展的影响、有效成分作用方式、杀菌谱、内吸传导性等方面的互补性, 来确定混用能否延缓抗性发展及药剂最佳组合配比。

本试验通过保护剂代森锰锌与治疗剂烯酰吗啉、霜脲氰和啮菌酯混配来防治新疆葡萄霜霉病菌, 通过化学农药混剂对葡萄霜霉病进行毒力增效测定。在明确相应药剂毒力的基础上, 遵循杀菌剂复配的基础原则, 按一定质量比进行药剂联合作用测定, 筛选出具有联合作用显著的复配组合, 将用于增效原因的研究。

### 3.1 试验材料

#### 3.1.1 供试药剂

95.02%啮菌酯原药: 河北昊阳化工有限公司; 98.02%烯酰吗啉原药: 青岛康桥化工有限公司; 80%代森锰锌原药: 青岛康桥化工有限公司; 98%霜脲氰原药: 青岛康桥化工有限公司

### 3.1.2 供试菌株

葡萄霜霉病菌菌株采自石河子大学农学院试验站

## 3.2 试验方法

### 3.2.1 杀菌剂混配对葡萄霜霉病的毒力测定

病样采回后，在自来水下冲刷叶片正反面，并用毛笔将叶片上的灰尘和孢子囊刷掉，在恒温培养箱中保湿 24h (20-23℃)。待长出新鲜得孢子囊后，用毛笔在蒸馏水下冲洗病部的霉层，用显微镜在 10×10 倍镜下观察，用血球计数板计数，将刷下的孢子囊悬浮液配置成  $5.0 \times 10^7$  个孢子囊/mL。

接种叶片选择石河子大学农学院试验站葡萄园的红提叶片，采集叶龄相同、健康的叶片。叶片用直径为 3cm 的打孔器打成圆形叶盘，每个培养皿里放 7 个叶盘，将叶片正面朝上浸泡于不同浓度梯度的药液中 40min，用镊子将叶盘从药液中取出，用吸水纸将叶盘上残留的药液吸干，叶片背面朝上置于用蒸馏水润湿的滤纸上，将  $5 \times 10^7$  孢子囊/mL 的悬浮液均匀喷布于叶盘表面，以不加药加丙酮和只加水分别做对照，每个处理重复 3 次。置于 20℃ 条件下的培养箱中培养 7 天。

### 3.2.2 发病情况调查

将孢子囊接种叶片7天后，根据叶片发病面积，采用6级分级法调查病情(罗彦平, 2013):

0级: 无病斑;

1级: 发病面积占叶片总面积的5%以下;

2级: 发病面积占叶片总面积的5.1%-25.0%;

3级: 发病面积占叶片总面积的25.1%-50%;

4级: 发病面积占叶片总面积的50.1%-75.0%;

5级: 发病面积占叶片总面积的75%以上。

由此可以计算出各个处理的病情指数、相对防效，求出药剂毒力回归方程和  $EC_{50}$ 。

病情指数 =  $(\sum (\text{各级病叶数} \times \text{各级代表值}) / (\text{调查总叶数} \times \text{最高一级代表值})) \times 100$ 。

防治效果 (%) =  $(\text{对照叶盘病情指数} - \text{处理叶盘病情指数} / \text{对照叶盘病情指数}) \times 100\%$ 。

将防治效果转换成机率值 (Y)，药剂浓度转换成对数值 (X)，得出试验4种药剂对菌株的毒力回归方程  $Y=A+BX$ 、 $EC_{50}$  和相关系数 (r)。

### 3.2.3 不同杀菌剂混用的联合毒力评价

该试验采用 Wadley 法进行毒力测定，选择作用机制不同的治疗剂嘧菌酯、烯酰吗啉、霜脲氰分别与保护剂代森锰锌按质量比例 10:0、9:1、7:1、5:1、3:1、1:1、1:3、1:5、1:7、1:9、0:10 进行混配，加入 1%丙酮溶解，用无菌水配制成浓度为 2000 μg/mL 的母液，使用时再用无菌水稀释成浓度为 200、100、50、25、12.5、6.25 μg/mL 的药液，采用葡萄叶片喷雾法测定该药剂对葡萄霜霉病菌的毒力。以 Wadley 公式计算出所有混合药剂的理论 EC<sub>50</sub> 值。

$$EC_{50exp} = (a+b) / [a/EC(A)_{50} + b/EC(B)_{50}]$$

$$SR = EC_{50}(\text{理论}) / EC_{50}(\text{实际})$$

A、B 分别表示两种药剂有效成分，a、b 是 A、B 两组分在复配组合中含量的比值。SR ≤ 0.5 为拮抗作用，SR: 0.5-1.5 为相加作用，SR ≥ 1.5 为增效作用。根据测定后的增效系数，确定最佳配比组合。

### 3.3 结果与分析

代森锰锌+烯酰吗啉混用按 9:1、7:1、5:1、3:1 的质量比对葡萄霜霉病菌的抑制作用较强，均表现为增效作用，增效系数 SR 值分别为 3.16、7.27、1.66 和 1.61，均大于 1.5，表现明显的增效作用。其中 7:1 的配比，增效系数最大。其他药剂之间的配比表现为为相加作用（见表 3-1）。

表 3-1 代森锰锌与烯酰吗啉混用对葡萄霜霉病的毒力增效

Table 3-1 Synergic action of the mixtures of Mancozeb with dimethomorph against *P. viticola*

代森锰锌+烯酰吗啉	毒力回归方程	相关系数(r)	实际 EC <sub>50</sub> (μg/mL)	理论 EC <sub>50</sub> (μg/mL)	增效系数
Mancozeb+ dimethomorph	Fungitoxicity Regression equation	Correlation Coefficient	Observed	Theoetical	SR
10:0	Y=0.96X+3.80	0.9587	27.29		
0:10	Y=1.00X+3.56	0.9847	36.94		
9:1	Y=0.90X+3.97	0.9957	8.88	28.02	3.16
7:1	Y=1.26X+3.67	0.9536	3.88	28.21	7.27
5:1	Y=0.86X+3.97	0.9944	17.18	28.53	1.66
3:1	Y=0.81X+3.99	0.9830	18.13	29.20	1.61
1:1	Y=0.59X+4.27	0.9400	26.68	31.39	1.17
1:3	Y=0.77X+3.93	0.9971	34.14	33.94	0.99
1:5	Y=0.72X+4.12	0.9987	20.43	34.88	1.48
1:7	Y=0.68X+4.14	0.9879	24.25	35.38	1.46
1:9	Y=0.81X+3.94	0.9797	31.09	35.68	1.15

代森锰锌+霜脲氰组合中，质量配比 9:1、7:1 的组合对葡萄霜霉病菌的抑制作用较强，均表现为增效作用，增效系数 SR 值分别为 2.77 和 2.14，均大于 1.5，为增效作用， 其中的 9:1 的配比组合为最优组合（见表 3-2）。

表 3-2 代森锰锌与霜脲氰混用对葡萄霜霉病的毒力增效

Table 3-2 Synergic action of the mixtures of Mancozeb with cymoxanil against *P. viticola*

代森锰锌+霜脲氰 mancozeb+ cymoxanil	毒力回归方程 Fungitoxicity Regression equation	相关系数(r) Correlation Coefficient	实际 EC <sub>50</sub> ( μ g/mL) Observed	理论 EC <sub>50</sub> ( μ g/mL) Theoretical	增效系数 SR
10:0	Y=0.96X+3.80	0.9587	27.29		
0:10	Y=0.81X+3.91	0.9787	33.15		
9:1	Y=0.99X+3.89	0.9802	10.02	27.78	2.77
7:1	Y=0.91X+3.94	0.9952	13.06	27.91	2.14
5:1	Y=0.93X+3.81	0.9840	24.83	28.12	1.13
3:1	Y=0.76X+3.89	0.9961	51.08	28.55	0.56
1:1	Y=1.24X+3.63	0.9845	20.81	29.94	1.43
1:3	Y=0.68X+4.11	0.9894	29.08	31.46	1.08
1:5	Y=0.66X+4.09	0.9964	41.27	32.00	0.78
1:7	Y=0.72X+4.06	0.9377	26.89	32.28	1.20
1:9	Y=0.74X+3.97	0.9906	40.20	32.45	0.81

代森锰锌+啞菌酯的质量配比组合中，7:1、5:1 的对葡萄霜霉病菌的抑制作用较强，均表现为增效作用，增效系数 SR 值为 1.72 和 3.30，均大于 1.5，表现明显的增效作用，代森锰锌：啞菌酯的质量比为 5:1 时，增效系数最大。而 1:5、1:7 的质量配比对新疆葡萄霜霉病菌的抑制作用较弱，增效系数 SR 值为 0.42 和 0.47，均小于 0.5，表现明显的拮抗作用，代森锰锌与啞菌酯的质量比为 1:5 时，增效系数最小，其他质量配比表现为相加作用（见表 3-3）。

表 3-3 代森锰锌与啞菌酯混用对葡萄霜霉病的毒力增效

Table 3-3 Synergic action of the mixtures of Mancozeb with azoxystrobin against *P. viticola*

代森锰锌+嘧菌酯 mancozeb+ azoxystrobin	毒力回归方程 Fungitoxicity Regression equation	相关系数(r) Correlation Coefficient	实际 EC <sub>50</sub> (μg/mL) Observed	理论 EC <sub>50</sub> (μg/mL) Theoretical	增效系数 SR
10:0	Y=0.96X+3.80	0.9587	27.29		
0:10	Y=0.74X+4.11	0.9874	17.38		
9:1	Y=0.80X+4.00	0.9762	22.83	25.82	1.13
7:1	Y=0.87X+3.97	0.9830	14.85	25.47	1.72
5:1	Y=0.95X+3.94	0.9943	7.55	24.92	3.30
3:1	Y=0.82X+4.00	0.9871	19.51	23.89	1.22
1:1	Y=0.61X+4.21	0.9960	29.32	21.24	0.72
1:3	Y=0.69X+4.08	0.9810	33.86	19.12	0.56
1:5	Y=0.72X+3.99	0.9790	44.16	18.50	0.42
1:7	Y=0.92X+3.75	0.9638	39.05	18.21	0.47
1:9	Y=0.86X+3.90	0.9855	29.21	18.03	0.62

### 3.4 小结与讨论

研制和开发杀菌剂混剂，可以延缓病原菌的抗药性，尤其是开发具有具有负交互抗药性的杀菌剂。在了解杀菌剂的生物活性、毒性和抗药性发生状况的基础上来研发杀菌剂混剂，筛选出科学的混剂配方。所以，在选择农药组分时，严格按照混配的原则，单剂之间无交互抗性，具有相近持效期，不会产生拮抗作用，选用最佳质量比等。只有按照正确的流程，才可以研发出高效的品种。复配杀菌剂具有增加药效、一药多治的特点。一些杀菌剂之间互做会产生增效，特别是那些作用机理不同的农药，可能增效作用更加显著。不同作用机制的化学农药进行混配增效，两者的杀菌速度不一样，若合理混配，也可以优势互补。但杀菌剂混配中各单剂得选择和最佳配比得确定过程中可能存在片面性。并不是所有杀菌剂复配一定会增效，由于杀菌剂大量长期单一使用造成较高的选择压力，驱使靶标物的群体结构向适应于试药环境的方向发展，结果造成防治效果的实质性下降。

烯酰吗啉是一种新式的内吸性治疗性专用低毒杀菌剂，其作用机制是破坏病原菌的细胞壁的形成，造成孢子囊壁的分解，使病菌死亡。除了游动孢子形成外，对卵菌的各个生长阶段均有影响，尤其是对孢子囊梗和卵孢子的形成阶段更为敏感。若在孢子囊和卵孢子形成前用药，可完全抑制孢子的产生。这种药物有很强的吸收性，若在根部施药，可以通过根系直接进入植株的各个部位，在叶片表面

喷药,可进入叶片内部,在相对低的剂量下,具有较高的活性。霜脲氰对葡萄霜霉病具有很强的内吸作用,即可阻止病原物的孢子萌发,又对已侵入寄主组织内的病原菌具有很好的灭杀作用,但是持效期很短,只有2-4天,且易诱发病原物产生抗药性。所以,霜脲氰和其他保护剂复配,优势互补,防病与治疗并举。嘧菌酯是一种天然化合物的内吸性低毒杀菌剂,属于线粒体呼吸抑制剂。通过抑制细胞色素b和c之间电子转移而抑制线粒体的呼吸,最终导致病菌死亡。该药还可以在在一定程度上诱导寄主植物产生免疫作用,防止病原入侵,被用于多种农作物病害的防治,但是嘧菌酯属于高风险化学农药。保护剂代森锰锌主要通过金属离子杀毒,抑制病原菌代谢过程中丙酮酸的氧化以至病原物死亡,抑制过程作用位点多,很难产生抗药性。霜脲氰与代森锰锌1:7复配防治黄瓜霜霉病,可以治理甲霜灵抗药性问题。该药剂组合具有增效作用,是两种不同作用机理杀菌剂之间复配的实例(刘国榕,2000)。冯晓鹏等(2007)等在室内采用叶盘漂浮法测定了代森锰锌与烯酰吗啉混配对黄瓜霜霉病的联合毒力与增效作用,结果表明代森锰锌与烯酰吗啉以4.3:1、5.3:1比例混配表现为协同增效作用。苯酰胺类内吸性杀菌剂恶霜灵和保护性杀菌剂代森锰锌属作用方式不同的两种杀菌剂,其中恶霜灵抑制病菌RNA的生物合成,代森锰锌抑制呼吸作用。其中恶霜灵与代森锰锌以1:7混配防治黄瓜霜霉病,杀菌效果显著。在混配毒力增效研究中,代森锰锌与烯酰吗啉混用的9个质量配比中有4个质量配比表现为增效作用,其中代森锰锌与烯酰吗啉质量配比为7:1混用时,增效效果最显著,增效系数SR值为7.37。代森锰锌与霜脲氰混用的9个质量配比中有2个质量配比表现为增效作用,其中代森锰锌与霜脲氰质量配比为9:1混用时,增效效果最显著,增效系数SR值为2.77。代森锰锌与嘧菌酯混用的9个质量配比中有2个质量配比表现为增效作用,其中代森锰锌与嘧菌酯质量配比为5:1混用时,增效效果最显著,增效系数SR值为3.30。在所有试验的增效配比中,代森锰锌与烯酰吗啉7:1混用时增效系数最高,增效作用最为明显。

本研究的试验结果仅为杀菌剂混合物对新疆葡萄霜霉病毒力增效研究的室内试验,可以为提供田间合理使用杀菌剂的配方,但是该试验的杀菌剂混配增效组合的最佳质量配比,在田间的防治效果如何,应在田间作进一步药效试验。

## 第四章 混配增效组合对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

葡萄霜霉病菌主要是卵孢子在土壤中越冬,若温度适当,也可在叶片中越冬。卵孢子在潮湿气候的地方可以存活两年。第二年春天,当环境条件适宜时,卵孢子可以萌发成孢子囊。孢子囊可以通过风雨进行传播,从叶背面的气孔侵入,在水中萌发释放游动孢子。游动孢子可以从气孔或者叶表皮侵入寄主体内,成为葡萄霜霉病菌的初侵染来源。病原物以菌丝体的形态在寄主组织的各个细胞间隙内蔓延,形成瘤状吸器,通过瘤状吸器在寄主细胞吸收养分,通过孢子囊萌发传播到新梢果梗等比较幼嫩的组织结构进行再侵染。生长后期,病残组织体内有很多卵孢子,主要集中在叶片主脉附近的病残体中。

国内研究报道主要是田间条件下防治葡萄霜霉病药效试验,尚未见有关杀菌剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发抑制作用方面的研究报道。本试验在第三章基础上研究了混配组合对孢子囊萌发的抑制作用,为有效控制孢子囊萌发、减轻葡萄霜霉病在侵染过程中药剂选择和适时用药提供依据。

### 4.1 材料

#### 4.1.1 供试药剂

95.02%啞菌酯原药:河北昊阳化工有限公司;98.02%烯酰吗啉原药:青岛康桥化工有限公司;80%代森锰锌原药:青岛康桥化工有限公司;98%霜脲氰原药:青岛康桥化工有限公司

#### 4.1.2 供试菌株

葡萄霜霉病菌菌株采自石河子大学农学院试验站

### 4.2 试验方法

将代森锰锌与烯酰吗啉各单剂及混剂按 9:1、7:1、5:1、3:1 的质量配比进行配置,将代森锰锌与霜脲氰各单剂及混剂按 9:1、7:1 的质量配比进行配置,将代森锰锌与啞菌酯各单剂及混剂按 7:1、5:1 的质量配比进行配置。将杀菌剂混剂与各单剂分别与孢子囊悬浮液等体积混合,将其置于 20℃培养箱内培养,24h 内每隔 2h 在显微镜 10×10 倍镜下观察一次孢子囊萌发情况,每个视野 100 个孢子囊左右。

### 4.3 结果与分析

#### 4.3.1 代森锰锌与烯酰吗啉混配对孢子囊萌发的影响

保护剂代森锰锌主要通过金属离子杀毒，抑制病原菌代谢过程中丙酮酸的氧化以至病原物死亡，抑制过程作用位点多，减少病菌侵染，很难产生抗药性。而烯酰吗啉是一种防治卵菌病害的新型内吸治疗性专用低毒杀菌剂，在相对低剂量下即有较高的活性，破坏病原菌的细胞壁膜的形成，引起孢子囊壁的分解，除了游动孢子形成，对卵菌的生长的影响是不同的，尤其是对孢子囊梗和卵孢子的形成阶段更为敏感。该药内吸性强，但对霜霉病菌存在抗药性风险。代森锰锌与烯酰吗啉单剂对于葡萄霜霉病菌孢子囊萌发并没有明显的抑制作用，代+烯配比组合中 9:1、7:1、5:1、3:1 对孢子萌发有显著的抑制作用（图 4-1，4-2，4-3，4-4）。

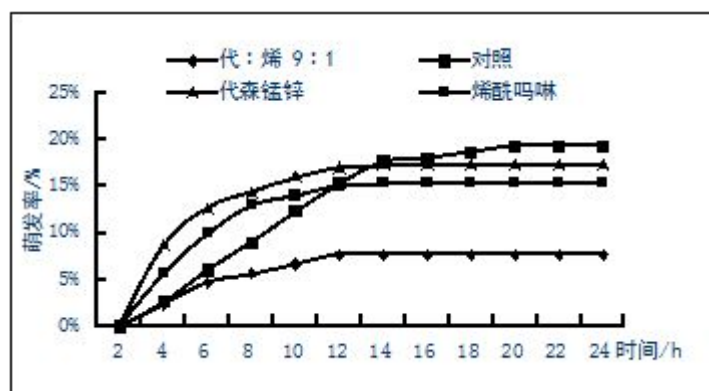


图 4-1 代:烯 9:1 及单剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

Figure 4-1 mancozed:dimethomorph 9:1 and single dosage on the spore germination of *Plasmopara viticola*

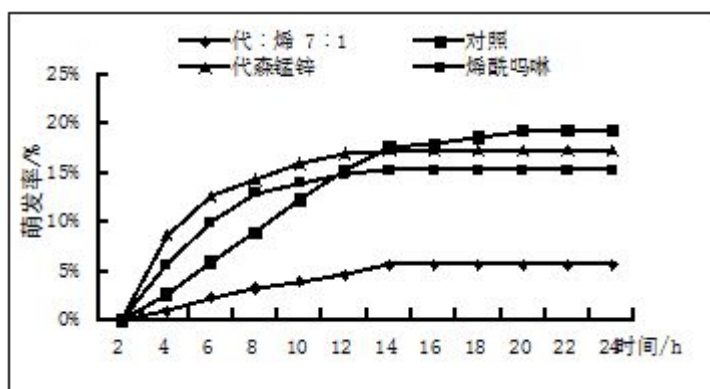


图 4-2 代:烯 7:1 及单剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

Figure 4-2 mancozed+dimethomorph 7:1 and single dosage on the spore germination of *Plasmopara viticola*

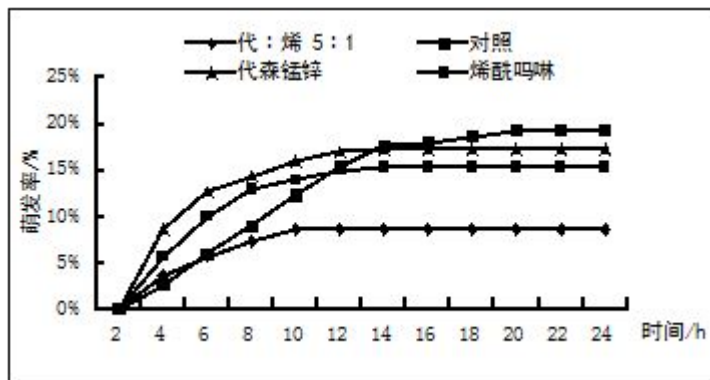


图 4-3 代:烯 5:1 及单剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

Figure 4-3 mancozed:dimethomorph 5:1 and single dosage on the spore germination of *Plasmopara viticola*

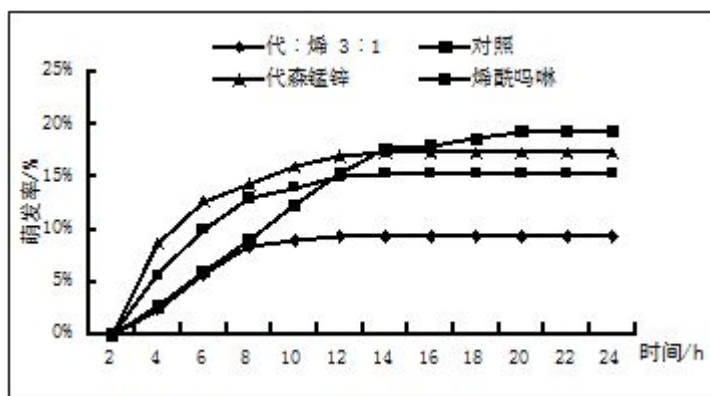


图 4-4 代:烯 3:1 及单剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

Figure 4-4 mancozed:dimethomorph and single dosage on the spore germination of *Plasmopara viticola*

#### 4.3.2 代森锰锌与霜脲氰混配对孢子囊萌发的影响

霜脲氰对葡萄霜霉病具有很强的内吸作用，即可阻止病原物孢子的萌发，又对已侵入寄主组织内的病原菌具有很好的灭杀作用，但是持效期很短，只有 2-4

天，且易诱发病原物产生抗药性。同样发现代森锰锌与霜脲氰单剂对于葡萄霜霉病菌孢子囊萌发并没有明显的抑制作用，代+霜的配比中，9:1，7:1能够显著的提高孢子萌发的抑制作用。

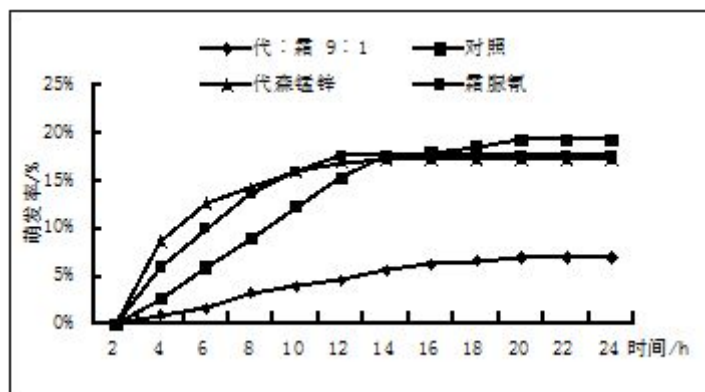


图 4-5 代：霜 9：1 及单剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

Figure 4-5 mancozed:cymoxanil 9:1 and single dosage on the spore germination of *Plasmopara viticola*

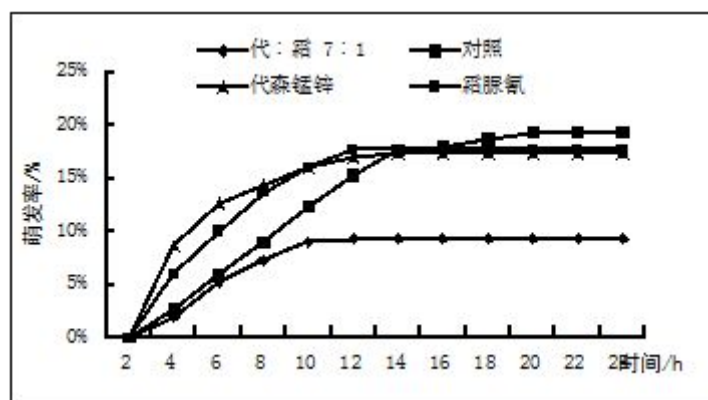


图 4-6 代：霜 7：1 及单剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

Figure 4-6 mancozed:cymoxanil 7:1 and single dosage on the spore germination of *Plasmopara viticola*

#### 4. 3. 3 代森锰锌与啞菌酯混配对孢子囊萌发的影响

啞菌酯属于线粒体呼吸抑制剂，具有保护、治疗、铲除、渗透和内吸活性等特点，能抑制线粒体的呼吸，诱导植物产生免疫作用，防止病菌侵染。啞菌酯具有良好的内吸疏导性能和扩散性能，具有高效、广谱、高选择性的特点，对几乎所有的真菌病害都有较好的活性，但是啞菌酯属于高风险化学农药，在生产上连

续使用 2-3 年后也会产生抗药性，目前，已经发现蔬菜白粉病对其产生抗药性。结果表明部分代森锰锌+啉菌酯组合对于葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的抑制作用优于单剂，代+啉的配比中，5:1、3:1 组合能够显著提高对孢子萌发的抑制作用。

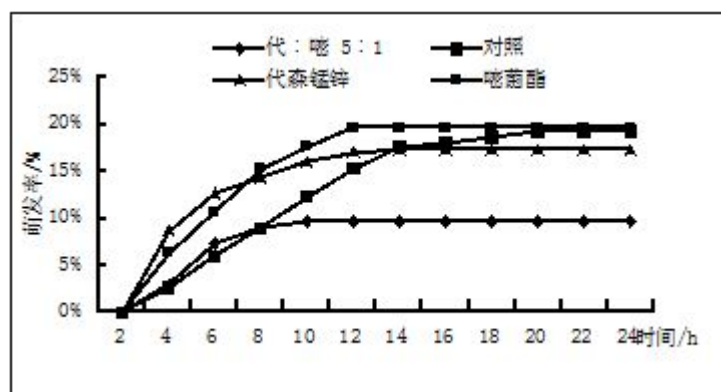


图 4-7 代:啉 5:1 及单剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

Figure 4-7 mancozed:azoxystrobin 5:1 and single dosage on the spore germination of *Plasmopara viticola*

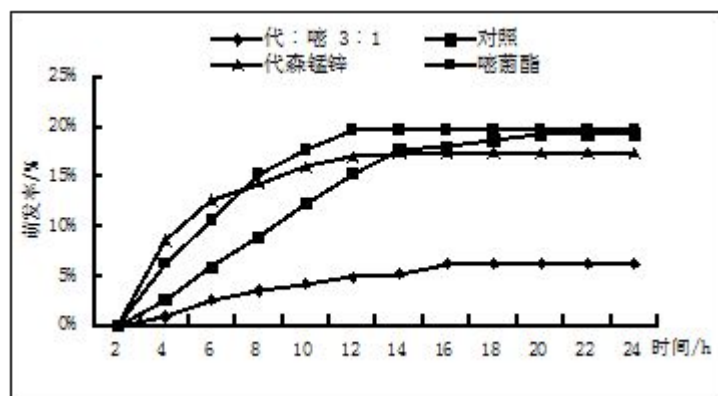


图 4-8 代:啉 3:1 及单剂对葡萄霜霉病菌孢子囊萌发的影响

Figure 4-8 mancozed:azoxystrobin 3:1 and single dosage on the spore germination of *Plasmopara viticola*

#### 4.4 小结与讨论

化学农药混配增效组合的确立是通过药剂防效联合作用测定完成的。一般来说，增效系数越大，联合作用的效果越好，但却不能反映出药剂增效的作用机

制。

外界环境的湿度是引起葡萄霜霉病的重要因素，也与温度、光照有关，其中降雨会直接引起植物发生葡萄霜霉病的发生。孢子囊的萌发需要百分之百的相对湿度和最少四小时的黑暗条件。孢子囊的萌发一般在水中进行，寿命短，适合在低温环境下生存，孢子囊萌发后产生游动孢子。游动孢子可以从气孔或者叶表皮侵入寄主体内，成为葡萄霜霉病菌的初侵染来源。病原物以菌丝体的形态在寄主组织得各个细胞间隙内蔓延，形成瘤状吸器，通过瘤状吸器在寄主细胞吸收养分，通过孢子囊萌发传播到新梢果梗等比较幼嫩的组织结构进行再侵染。生长后期，病残组织体内有很多卵孢子，主要集中在叶片主脉附近的病残体中。卵孢子可以跟随病残组织在土壤中越冬，成为第2年的初侵染来源。只要叶片发生侵染后，正面初生多角形黄褐色的不清晰病斑，随着时间的延长，病斑逐渐增大，叶片背面在空气湿度大的条件下可产生病菌的孢子囊和孢囊梗形成的白色霜状物。

代森锰锌与烯酰吗啉、霜脲氰和啞菌酯增效组合的孢子囊萌发率远远低于各单剂孢子囊的萌发率，由此可以说明混配增效组合可以抑制孢子囊萌发，减少组织病原物的再侵染，从而显示出了杀菌剂混配增效组合可以抑制病菌的生长发育，降低孢子囊的萌发率，减少病害的发生与蔓延。

## 第五章 药剂防治葡萄霜霉病的田间药效试验

随着葡萄种植面积和规模的不断扩大,种植年限的延长,其病害种类也越来越多、发生也越来越重。不仅严重影响其品质,降低其商品性,同时也严重影响其产量,打击果农种植的积极性。葡萄霜霉病主要危害葡萄叶片,发病严重则会使叶片变褐干枯,提前落叶,还可以引起枝梢扭曲,影响葡萄的正常生长发育。该病发生后,发病较轻则减产50%,发病严重则可达到70-90%。目前,防止霜霉病的方法早期做好果园卫生,清除果园菌源,加强栽培管理等农业措施,主要还是依赖于化学防治措施,生产上采用波尔多液、烯酰吗啉、代森锰锌等药剂进行防治。化学药剂盲目、频繁的施用,会导致病原物的抗药性增加,防治效果下降。

生物测定中最有说服力的资料来自于田间,通过室内测定得到的杀菌剂防治效果好的,需要到田间试验证实,验证其防效及能否混用。本试验选取了进口的杀菌剂混剂和国产的混剂以及单剂,通过大田试验,可以明确不同杀菌剂混配对葡萄霜霉病的大田防效,筛选出防治效果好的杀菌剂单剂及混剂组合,为研发防治葡萄霜霉病的药剂提供依据,并进一步确定药剂的田间药效试验。

### 5.1 材料

#### 5.1.1 供试药剂

72%烯酰·噻·醚可湿性粉剂:昆明爱得望化工有限责任公司;50%烯酰吗啉水分散粒剂:深圳诺普信农化股份有限公司;64%噁霜·锰锌可湿性粉剂:先正达(苏州)作物保护有限公司;72%霜脲·锰锌可湿性粉剂:上海杜邦农化有限公司;52.5%噁酮·霜脲氰水分散粒剂:上海杜邦农化有限公司;250克/升啞菌酯悬浮剂:先正达(苏州)作物保护有限公司;80%乙蒜素乳油:郑州谢氏农化有限公司;0.5%几丁聚糖水剂:成都特普科技发展有限公司;22.5%啞氧菌酯悬浮剂:上海杜邦农化有限公司。

#### 5.1.2 供试品种

试验品种为未施药的红提葡萄,种植于石河子大学农学院试验站葡萄园,株间距是2.0m×0.6m,试验时葡萄长势良好,栽培管理条件一致,该试验地园历年葡萄霜霉病均有发生,符合试验要求。

## 5.2 试验方法

### 5.2.1 防治效果

将9种药剂配至大田最适浓度，72%烯酰·噻·醚的稀释倍数为700倍，50%烯酰吗啉的稀释倍数为500倍，64%噁霜·锰锌的稀释倍数为800倍，72%霜脲·锰锌的稀释倍数为800倍，52.5%噁酮·霜脲氰的稀释倍数为2000倍，250克/升嘧菌酯的稀释倍数为1500倍，80%乙蒜素的稀释倍数为5000倍，0.5%几丁聚糖的稀释倍数为400倍，22.5%啉氧菌酯的稀释倍数为2000倍，供试药剂均采用现用现配原则。于2013年7月10日和2013年7月17日先后进行两次喷药，用背负式电动喷雾器将这9种药剂均匀喷施在葡萄叶片的正反面，以药液不下淌为止。每3株为一个小区，每个小区所有叶片都要喷到，以不喷药喷清水为对照，共10个处理。

### 5.2.2 持效期试验

将9种药剂配至大田最适浓度，供试药剂均采用现用现配原则。于2013年8月6日和2013年8月14日先后进行两次施药，用背负式电动喷雾器将这9种药剂均匀喷施在葡萄叶片的正反面，以药液不下淌为止。每3株为一个小区，每个小区所有叶片都要喷到，以不喷药喷清水为对照，共10个处理。该处理重复两次，一组是在正常的自然条件下进行的，另一组每天喷水，模拟一种潮湿的环境条件，通过这两组来进行持效期的比较。

### 5.2.3 田间调查及统计方法

该试验调查时每个小区随机调查10个当年的抽生新蔓，自上而下的调查10个叶片，根据叶片发病面积，采用6级分级法调查病情(罗彦平, 2013):

0级: 无病斑;

1级: 发病面积占叶片总面积的5%以下;

2级: 发病面积占叶片总面积的5.1%–25.0%;

3级: 发病面积占叶片总面积的25.1%–50%;

4级: 发病面积占叶片总面积的50.1%–75.0%;

5级: 发病面积占叶片总面积的75%以上。

由此可以计算出各个处理的病情指数、相对防效。

病情指数 =  $(\sum (\text{各级病叶数} \times \text{各级代表值}) / (\text{调查总叶数} \times \text{最高一级代表值})) \times 100$ .

防治效果 (%) =  $(\text{对照叶盘病情指数} - \text{处理叶盘病情指数} / \text{对照叶盘病情指数}) \times 100\%$ .

## 5.3 结果与分析

### 5.3.1 田间药效试验

通过表 5-1 可以看出,这 9 种杀菌剂对葡萄霜霉病均有一定的保护和治疗效果,其中 250 升/克啞菌酯悬浮剂 1500 倍液的防治效果最好,第一次的防治效果为 62.31%,第二次打药防治效果为 84.39%,其次为 52.5%噁酮·霜脲氰水分散粒剂 2000 倍液、72%烯酰·噻·醚可湿性粉剂 700 倍液、72%霜脲·锰锌可湿性粉剂 800 倍、50%烯酰吗啉水分散粒剂 500 倍、64%噁霜·锰锌可湿性粉剂 800 倍液、22.5%啞氧菌酯悬浮剂 2000 倍,而乙蒜素在 50%以下。因第一次打药后下过一次大雨,利于霜霉病的发生和发展,导致第一次的防治效果不是很好,其后天气情况良好,防治效果也有所提升,说明以上的药剂对于霜霉病的防治有一定的效果。试验中观察,发现以上药剂对葡萄的生长均无不良影响,叶片色泽形态均良好。

表 5-1 9 种杀菌剂对葡萄霜霉病的防治效果

Table 5-1 The controlling effects of 9 fungicides on grape downy mildew

药剂名称 Fungicides	用药前 Preadministration		第一次用药后7天 7 days after first spraying			第二次用药后7天 7 days after second spraying		
	病情指数 Disease index	发病率 (%) Incidence	病情指数 Disease index	发病率 (%) Incidence	防效 (%) Control effect	病情指数 Disease index	发病率 (%) Incidence	防效 (%) Control effect
	72%烯酰·噻·醚	4.00	13.33	29.33	73.33	27.99	4.67	23.33
50%烯酰吗啉	6.00	20.00	30.67	76.67	24.59	6.67	40.00	68.72
64%噁霜·锰锌	6.67	20.00	31.33	76.67	22.97	7.33	36.67	76.60
72%霜脲·锰锌	9.00	26.67	26.67	70.00	34.42	5.33	26.67	75.01
52.5%噁酮·霜脲 氰	11.33	30.00	21.33	70.00	47.55	4.67	23.33	78.11
250克/升啞菌酯	6.67	20.00	15.33	70.00	62.31	3.33	16.67	84.39
80%乙蒜素	7.33	20.00	34.00	80.00	16.41	11.33	40.00	46.88
0.5%几丁聚糖	12.66	33.33	34.67	93.33	14.85	9.33	40.00	56.26
22.5%啞氧菌酯	14.00	36.67	24.67	70.00	39.34	7.33	30.00	65.64
空白对照	2.67	10.00	40.67	100.00		21.33	66.67	

### 5.3.2 持效期试验

在持效期试验中,设计了两组试验,一组是在自然条件下进行,另一组则是

每天喷水模拟一种潮湿的状态，为持效期研究做对比。通过表 5-2 可以看出，潮湿条件下比自然条件下的持续天数要少，而 250 克/升啞菌酯的持续天数最长，自然条件下可以持续 9.1 天，潮湿条件下可以持续 4.2 天，其次是 52.5%啞酮·霜脲氰、22.5%啞氧菌酯、72%烯酰·噻·醚、72%啞酮·锰锌、64%啞霜·锰锌、50%烯酰吗啉。而 80%乙蒜素和 0.5%几丁聚糖的持效期并不是很长，对防治葡萄霜霉病的作用比较小。

表 5-2 9 种药剂持效期比较

Table 5-2 The comparison of the effective duration of 9 fungicides

药剂名称 Fungicides	自然条件 Nature environmental		潮湿条件 Moist environmental	
	叶片数 (片) Leaf number	平均持续天数 (天) Average days	叶片数 (个) Leaf number	平均持续天数 (天) Average days
	72%烯酰·噻·醚	100	8.7	100
50%烯酰吗啉	100	8.5	100	3.8
64%啞霜·锰锌	100	8.6	100	3.9
72%啞酮·锰锌	100	8.7	100	3.9
52.5%啞酮·霜脲氰	100	8.8	100	3.7
250克/升啞菌酯	100	9.1	100	4.2
80%乙蒜素	100	7.3	100	3.5
0.5%几丁聚糖	100	7.4	100	3.4
22.5%啞氧菌酯	100	8.7	100	4.1
CK	100	6.4	100	3.4

#### 5.4 小结与讨论

经大田试验的研究结果可以看出，在所使用这 9 种药剂中，其中 250 升/克啞菌酯悬浮剂 1500 倍液、52.5%啞酮·霜脲氰水分散粒剂 2000 倍液、72%烯酰·噻·醚可湿性粉剂 700 倍液，这 3 种药剂对新疆葡萄霜霉病具有显著的效果。在葡萄霜霉病发生的时候，建议优先选择这三种药剂。在持效期的试验中，相对而言，250 克/升啞菌酯的持续天数最长，其次是 52.5%啞酮·霜脲氰、22.5%啞氧菌酯，这 3 种药剂在潮湿条件或自然条件持效期均比较长，由此可以看出，一般葡萄霜霉

病的病害流行后，仅进行一次防治效果是不理想的，应至少防治 2-3 次，在雨天防治的间隔时间为 3-5 天，自然条件下防治的时间间隔期为 7-10 天，因为葡萄霜霉病的发生和流行与雨水的关系很大。所以，在雨水比较多的情况下，应该根据当地的实际情况，适当的增加施药的次数。为了防止抗药性的产生，防治时期应该注意药剂轮换使用。

基于葡萄霜霉病的防控过程以化学防治为主，但是葡萄霜霉病发生的严重程度与气候条件密切相关，低温度和高湿度是该病发生和流行的重要条件。因此，防治葡萄霜霉病单靠化学防治是不够的，应该依靠农业防治等防治手段进行综合防治，才能更好的防治葡萄霜霉病。

## 第六章 结果与讨论

杀菌剂混配既可以提高杀菌剂，又可以延缓病原菌的抗药性，并且可以保护现有农药的使用年限。通过监测来自新疆不同地方的葡萄霜霉病菌对4种杀菌剂的抗药性，评价了葡萄霜霉病菌对常用杀菌剂的抗性水平。在明确相应药剂毒力的基础上，根据杀菌剂复配的基本原则，按照一定的质量比进行药剂联合作用测定，筛选了联合毒力效果显著的药剂复配组合，进一步明确了混配增效组合抑制孢子囊萌发的水平，选择了多种杀菌剂进行了田间试验，结果如下：

(1) 在新疆葡萄霜霉病菌的抗药性监测中发现，甲霜灵的抗性水平最高，达到了中抗水平，烯酰吗啉和啞菌酯产生了较低的抗药性，建议在施用此类药剂的时候不要单一、连续使用，防止产生更强的抗性。乙蒜素对于防治新疆葡萄霜霉病还处于敏感水平，可作为葡萄霜霉病的预防药剂，是一种优良的保护剂。

(2) 在杀菌剂混配毒力增效研究中，代森锰锌与烯酰吗啉混用的9个质量配比中有4个质量配比表现为增效作用，其中代森锰锌与烯酰吗啉质量配比为7:1混用时，增效效果最显著，增效系数SR值为7.27。代森锰锌与霜脲氰混用的9个质量配比中有2个质量配比表现为增效作用，其中代森锰锌与霜脲氰质量配比为9:1混用时，增效效果最显著，增效系数SR值为2.77。代森锰锌与啞菌酯混用的9个质量配比中有2个质量配比表现为增效作用，其中代森锰锌与啞菌酯质量配比为5:1混用时，增效效果最显著，增效系数SR值为3.30。在所有试验的增效配比中，代森锰锌与烯酰吗啉7:1混用时增效系数最高，增效作用最为明显。

(3) 代森锰锌与烯酰吗啉单剂对于葡萄霜霉病菌孢子囊萌发并没有明显的抑制作用，代:烯 9:1、代:烯 7:1、代:烯 5:1、代:烯 3:1、代:霜 9:1、代:霜 7:1、代:啞 5:1、代:啞 3:1能够明显的提高对孢子萌发的抑制作用。代森锰锌与烯酰吗啉、霜脲氰和啞菌酯增效组合的孢子囊萌发率远远低于各单剂孢子囊的萌发率，由此可以说明混配增效组合可以抑制孢子囊萌发，减少组织病原物的再侵染，从而显示出了杀菌剂混配增效组合可以抑制病菌的生长发育，降低孢子囊的萌发率，减少病害的发生与蔓延。

(4) 在所使用这9种药剂中，其中250升/克啞菌酯悬浮剂1500倍液、52.5%噁酮·霜脲氰水分散粒剂2000倍液、72%烯酰·噻·醚可湿性粉剂700倍液，这3种药剂对新疆葡萄霜霉病的具有显著的防治效果。防治葡萄霜霉病，建议优先选择这三种药剂。在持效期的试验中，250克/升啞菌酯的持续天数最长，其次是52.5%噁酮·霜脲氰、22.5%啞氧菌酯，这3种药剂在潮湿条件或自然条件均是持效期较长，由此可以看出，一般葡萄霜霉病的病害流行后，仅进行一次防治效果是不理想的，应至少防治2-3次，在雨天防治的间隔时间为3-5天，自然条件下防治的时间间隔期为7-10天，因为葡萄霜霉病的发生和流行与雨水的关系很大。所以，在雨水比较多的情况下，应该根据当地的实际情况，适当的增加施

药的次数。为了防止抗药性的产生，防治时期应该注意药剂轮换使用。

本研究通过不同类型农药混配，达到减缓葡萄霜霉病菌抗药性的产生，减少施药次数的目的。通过混配农药达到减少施药频次、施药量、防治时间更长久，进一步明确不同农药混配后效能的变化。生产上防治葡萄霜霉病主要依赖于化学防治，本研究通过杀菌剂的混配希望找到不同杀菌剂的最佳组合，明确增效组合的联合毒力，为新疆葡萄的生产提供指导和理论参考。

## 参考文献

1. 毕秋艳. 二元杀菌剂复配增效机理初探[D]. 河北农业大学, 2010.
2. 陈浩, 胡梁斌, 唐春平, 等. 枯草芽孢杆菌 B-FS01 对葡萄霜霉病的防治效果[J]. 植物保护, 2011, 37(6):194-197.
3. 陈立, 徐汉虹, 李云宇. 农药复配最佳增效配方筛选方法的探讨[J]. 植物保护学报, 2000, 27(4):349-354.
4. 陈治芳. 杀菌剂混合物对番茄灰霉病菌毒力增效研究[D]. 河北农业大学, 2011.
5. 董金皋主编. 农业植物病理学[M]. 中国农业出版社, 2001, 322-355.
6. 冯晓鹏, 韩巨才, 滕全利. 代森锰锌与烯酰吗啉混配对黄瓜霜霉病的室内联合毒力测定[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(5):1399-1401.
7. 韩丽娟, 顾中言, 黄祥麟, 等. 农药复配与复配农药[M]. 南京: 南京科学技术出版社, 1994, 5-58.
8. 韩秀英, 马志强, 李红霞, 等. 黄瓜霜霉病菌对啞菌酯的敏感性检测[J]. 农药学学报, 2004, 6(2):76-79.
9. 贺普超. 提高我国葡萄产量的主要途径与方法[C]. 葡萄研究论文选集, 2003, 7:16-19.
10. 胡盼, 李兴红, 张夏兰, 等. 葡萄霜霉病田间调查及防治效果试验[J]. 中国农学通报, 2013, 29(16):181-185.
11. 黄青春, 叶钟音. 烯酰吗啉的特性及作用机制[J]. 农药科学与管理, 2000, 21(5):28-31.
12. 纪明山, 祁之秋, 王英姿, 等. 番茄灰霉病菌对啞霉胺的抗药性[J]. 植物保护学报, 2003, 30(4):396-400.
13. 贾俊超, 马琳, 范志今, 等. 病原菌对 strobilurin 类杀菌剂的抗药性机理的研究进展[J]. 农药学学报, 2008, 10(1):1-9.
14. 李海强, 高峰, 任毓忠, 等. 葡萄霜霉病药剂防治试验[J]. 新疆农业科学, 2009, 46(3):526-530.
15. 李永翔, 杜相革. 有机葡萄生产中葡萄霜霉病发生规律及药剂防治效果研究[J]. 植物保护科学, 2008, 24(6):366-369.
16. 凌金峰, 彭埃天, 宋晓兵, 等. 烯酰吗啉与咪鲜胺混配对荔枝疫霉病菌和炭疽病菌的联合作用研究[J]. 广东农业科学, 2010, 8:146-147.
17. 刘国镨, 王文桥, 严乐恩. 霜脲氰与不同杀菌剂混配对两种霜霉病的增效作用[J]. 植物保护学报, 2000, 27(3):277-282.
18. 刘捍中, 刘凤芝主编. 葡萄无公害栽培技术[M]. 金盾出版社, 2004, 14-29.
19. 刘会宁, 朱建强. 葡萄白粉病与霜霉病抗性分析与探讨[J]. 东北农业大学学报, 2001, 32(3):303-309.
20. 刘天明, 李华, 张振文. 鲜食葡萄品种对霜霉病的抗性及其抗性机理研究[J]. 植物保护学报, 2001, 28(2):117-123.
21. 刘新秀. 新疆葡萄霜霉病分布及种质资源抗病性鉴定[D]. 石河子大学, 2013.

22. 刘学敏, 李立军. 杀菌剂混剂的增效作用[J]. 农药科学与管理, 2002, 23(5):13-15.
23. 卢燕林, 赵金萍, 李建华, 等. 葡萄霜霉病防治探讨[J]. 山西农业科学, 2011, 39(10):1107-1108.
24. 罗彦平, 王强, 刘琳, 等. 新疆葡萄霜霉病对4种杀菌剂的敏感性研究[J]. 新疆农业科学, 2013, 50(5):851-856.
25. 吕中伟, 王鹏, 刘德畅, 等. 葡萄霜霉病症状及综合防治技术[J]. 落叶果树, 2010, 4:35-36.
26. 马红丽, 张建新. 50%氟吗啉·三乙膦铝WP对葡萄霜霉病的防治效果[J]. 农药, 2008, 47(5):372-374.
27. 马巨明, 樊雯娟, 王蓉. 葡萄霜霉病调查及无公害药剂防治试验[J]. 北方园艺, 2012, 9:140-142.
28. 马志强, 张小凤, 韩秀英, 等. 黄瓜霜霉病菌对甲霜灵的抗药性治理[J]. 植物保护学报, 2005, 303-309.
29. 戚仁德, 丁建成, 高智谋, 等. 安徽省辣椒疫霉对甲霜灵的抗药性监测[J]. 植物保护学报, 2008, 35(3):245-250.
30. 沙月霞, 王国珍, 樊仲庆. 叶片湿润时间对葡萄霜霉病发生状况的影响[J]. 西北农业学报, 2011, 20(10):196-200.
31. 石晓海. 如何防治葡萄霜霉病[J]. 吉林农业, 2012, 6:68.
32. 史娟, 杨之为. 葡萄体内苯丙烷代谢与抗霜霉病的关系[J]. 西北农业学报, 2006, 15(4):100-104.
33. 司乃国, 刘君丽. 卵菌病害的化学防治现状与防治策略[J]. 农药, 2000, 39(2):7-10.
34. 司树鼎, 栾炳辉, 蒋恩顺. 5种杀菌剂防治葡萄霜霉病的效果[J]. 落叶果树, 2009, 2(3):27-28.
35. 宋风平, 王树桐, 胡同乐, 等. 芒果苷对马铃薯晚疫病菌的抑制作用机制初探[J]. 农药学报, 2009, 11(2):213-218.
36. 王美琴, 刘慧平, 韩巨才, 等. 番茄叶霉病菌对多菌灵、乙霉威及代森锰锌抗性检测[J]. 农药学报, 2003, 5(4):30-36.
37. 王文桥, 刘国荣, 严乐恩, 等. 黄瓜和葡萄霜霉病对不同杀菌剂的交互抗药性[J]. 植物保护学报, 1996, 23(1):127-131.
38. 王文桥, 刘国容, 张小凤, 等. 葡萄霜霉病菌和马铃薯晚疫病菌对三种杀菌剂的抗药性风险研究[J]. 植物病理学报, 2000, 30(1):48-52.
39. 王文桥, 刘国容. 卵菌对内吸杀菌剂的抗药性及对策[J]. 植物病理学报, 1996, 26(4):294-296.
40. 王文桥, 刘国容. 致病疫霉对恶唑烷酮和霜脲氰的固有抗药风险研究[J]. 华北农学报, 1995, 10:157-162.
41. 王文桥. 气传霜霉和疫霉对霜灵、烯酰吗啉和霜脲氰抗性风险研究(博士论文)[D]. 北京: 中国农业大学, 2000.

42. 王岩,冯明鸣,朱书生,等. 黄瓜霜霉病菌烯肟菌酯敏感基线的建立及其室内抗药性风险评估[J]. 中国农业大学学报, 2006, 11(5):25-29.
43. 徐汉虹主编, 植物化学保护学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010. 247-272.
44. 闫晓静,金淑惠,陈馥衡,等. Strobilurin 类杀菌剂作用靶标的研究进展[J]. 农药学报, 2006, 8(4):299-305.
45. 闫秀琴,刘慧平,韩巨才,等. 我国植物病原菌抗药性的研究进展[J]. 农药, 2001, 12:4-6.
46. 杨向黎,林爱军,王军. 我国农药混剂的开发与应用现状[J]. 山东农业大学学报, 2001, 32(4): 544-548.
47. 叶正和,王文相,张爱芳等. 我国卵菌病害化学防治概况[J]. 安徽农业科学, 2000, 28(4):530-533.
48. 袁善奎,刘西莉,刘亮,等. 马铃薯晚疫病菌对烯酰吗啉的敏感性基线及其室内抗药性突变体的研究[J]. 植物病理学报, 2005, 35(6):545-551.
49. 张克宏,姜润丽,姜燕,等. 葡萄霜霉病的发生特点及防治对策[J]. 烟台果树, 2010, 4:44-46.
50. 张舒亚,周明国. 中国植物病害化学防治研究(第三卷)[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2002: 1-10.
51. 张松强,王立如. 田间药剂防治葡萄霜霉病的效果[J]. 安徽农业通报, 2007, 13(12):169-170.
52. 张鑫,赵晓军,周建波. 太原市郊区黄瓜霜霉病菌对甲霜灵的抗药性检测[J]. 植物保护, 34(5):152-154.
53. 赵建江. 番茄叶霉病菌对啞菌酯的抗药性研究[D]. 河北农业大学, 2008.
54. 朱书生,王岩,刘鹏飞,等. 黄瓜霜霉病菌抗氟吗啉菌株的适合度研究[J]. 植物病理学报, 2005, 35(6):532-538.
55. 朱卫刚,胡伟群,刘燕君,等. 新型杀菌剂啞菌酯对葡萄霜霉病室内生物活性评价[J]. 中国南方果树, 2011, 40(4):80-81.
56. 宗兆锋,康振生主编,葡萄植物病理学[M]. 中国农业出版社, 2002, 22-37.
57. Bartlett D W,Clough J M,Godwin J R,*et al*.Review the strobilurin fungicides[J].Pest Managment Science,2002,58:649-662.
58. Benigni M, Bompeix G. Post harvest control of *Phytophthora cryptogea* of witloof chicory with different fungicides and possible occurrence of resistant strains[J].Crop Protection,2006,25(4):350-355.
59. Bouhals,D.Rot and deterioration,Review of plaut pathologen[J].1984,63(8):328.
60. BRENT K J. Fungicide Resistance in Crop Pathogens: How Can It Be Managed[M]. Brussels: FRAC Monograph NO.1, 1995: 1-48.
61. Caff T, Rossi V, Bugiani R. Evaluation of a Warning System for Controlling Primary Infections of Grapevine Downy Mildew[J].Plant Disease,2010,94(6):709-716.
62. Cisi U. Synergistic interaction of fungicides mixtures[J]. Phytopathology, 1996, 86(11):

- 1273-1279.
63. Clemens B, Kart-Friderich G, Martin S, et al. Optical measurements of invasive forces exerted by appressoria of a plant pathogenic fungus, 1999, 258: 1896-1899.
  64. Cohen Samoucha Y. Cross-resistance to four systemic fungicides in metalaxyl-resistance strains of *Phytophthora infestans* and *Pseudoperonospora cubensis* [J]. *Plant Disease*, 1984, 68: 137-139.
  65. Dale S. Efficacy of 'Amistar' against fruit and vegetable diseases in Asia [C]. Zhou Ming-guo. *Chemical Control of Plant Diseases in China Vol.3* [C]. Beijing: Chinese Agricultural Science and Technology Press, 2002, 42-49.
  66. Dale S. Efficacy of 'Amister' against fruit and vegetable disease in Asia [C]. ZHOU Ming-guo. *Chemical Control of Plant Diseases in China Vol.3* [C]. Beijing: Chinese Agricultural Science and Technology Press, 2002: 42-49.
  67. Emery K M, Scherm H, Savelle A T. Assessment of interaction between components of fungicide mixtures against *Monilinia fructicola* [J]. *Crop protection*, 2002, 21(1): 41-47.
  68. Genet J L, Vincent O. Sensitivity of European *Plasmopara viticola* populations to cymoxanil [J]. *Pesticide Science*, 1999, 55: 129-136.
  69. Gisi U, Chin K M, Knapova G, et al. Recent developments in elucidating modes of resistance to phenylamide, DMI and strobilurin fungicides [J]. *Crop Protection*, 2000, 19: 863-872.
  70. Gisi U, Binder H, Rimbach E. Synergistic interaction of fungicides with different modes of action [J]. *Trans Br Mycol Soc*, 1985, 85: 299-306.
  71. Gisi, U. Synergistic interaction of fungicides mixtures. *Phytopathology*, 1996, 86(11): 1273-1279.
  72. Gowing, D P. Comments on tests of herbicide mixtures [J]. *Weeds*, 1960, 8: 379-391.
  73. Grabski C, Gisi U. Quantification of synergistic interaction of fungicides against *Plasmopara* and *Phytophthora* [J]. *Crop Protection*, 1987, 6(1): 64-71.
  74. Gullino M L, Mescalchin E, Mezzalama M. Sensitivity to cymoxanil in populations of *Plasmopara viticola* in northern Italy [J]. *Plant Pathology*, 1997, 46: 729-736.
  75. Heaney S P, Hall A A, Davies S A, et al. Resistance to fungicides in the QoI-STAR cross-resistance group: current perspectives [J]. Brighton Crop Protection Conference, 2000, (2): 755-762.
  76. Ishii H, Fraaije B A, Sugiyama T, et al. Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery mildew and downy mildew [J]. *Phytopathology*, 2001, 91: 1166-1171.
  77. Kim S K. Study of interspecific crosses in vine, transmission to downy mildew and to phylloxera [J]. *Vitis*, 1978, 17(4): 423.
  78. Klopping H L, et al. 2-Cyano-N-[(ethylamino) carbonyl]-2-(methoxyimino) acetamide, a new fungicide. *Agric. Food Chem*, 1980, 28: 467.

79. L Emery,K.M.Scherm,H.and Savelle A.T.Assessment of interaction between components of fungicide mixtures against *Monilinia Fructicola*.Crop protection,2002,21(1):41-47.
80. Lance Cadle-Davidson. Variation Within and Between *Vitis* spp. for Foliar Resistance to the Downy Mildew Pathogen *Plasmopara viticola*[J]. Plant Disease,2008,92(11):1577-1584.
81. Lee H J ,Choi G J,Cho K Y .Correlation of lipid peroxidation in botrytis cinerea caused by dicarboximide fungicides with their fungicidal activity[J].Journal of Agricultural Food Chemistry,1998,46:737-741.
82. Levy Y,Benderly M,Cohen Y,Gisi U.The joint action of fungicides in mixtures:Comparison of two methods for synergy calculation[J].EPPO Bull.1986,16:651-657.
83. Ma Z,Felts D,Michailides T J.Resistance to azoxystrobin in *Alternaria* isolates from pistachio in California[J].Pesticide Biochemistry and Physiology,2003,77:66-74.
84. Margot P, Huggenberger F, Amrein J, et al. A new broad-spectrum strobilurin fungicide[C].British Crop Protection Council. Brighton Crop Protection Conference on Pests and Disease. Farnham,UK,1998,375-382.
85. Parra G,Ristaino J B. Resistance to mefenoxam and metalaxyl among field isolates of *Phytophthora capsici* causing *Phytophthora* blight of bell pepper. Plant Disease,2001,85(10):1069-1075.
86. Pavloušek,P.Evaluation of resistance to downy mildew in grapevine genetic resources[J].Acta Univ.Agric.Silvic.Brno Rada A 2006,54:99-106.
87. Russell P E. Sensitivity baselines in fungicide resistance research and management FRAC Monograph No.3.GCPF,Brussels.2003:1-56.
88. SANDERS P L, HOUSER W J, PARISH P J, et al . Reduced-rate Fungicide Mixtures to Delay Fungicide Resistance and to Control Selected Turfgrass Diseases[J]. Plant Disease, 1985, 69(11): 939-943.
89. Samoucha Y,Cohen Y,Field control of potato late blight by synergistic fungicidal mixtures[J]. Plant Disease,1989,73:751-753.
90. Shi J L,Wang Y J,Zhu Z G,et al.The EST analysis of a suppressive subtraction cDNA library of Chinese Wild *Vitis pseudoreticulata* inoculated with *Uncinula necator*[J].Agriculture sciences in china,2010,9(2):233-241.
91. Sierotzki H,Wullschleger J,Gisi U. Point mutation in cytochrome b gene conferring resistance to strobilurin fungicides in *Erysiphe graminis*f.sp.tritici field isolates[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology,2000,68:107-112.
92. Sierotzki H,Wullschleger J,Gisi U.Point mutation in cytochrome b gene conferring resistance to strobilurin fungicides in *Erysiphe graminis*f.sp.tritici field isolates[J].Pesticide Biochemistry and Physiology,2000,68:107-112.
93. Sozzi D, Gessler C. Fungicide(MBC) resistant mutants of *Fusarium oxysporum*f. sp. Lycopersici and *Botrytis cinerea*: pathogenicity and fitness[J].RPP.1981,60(2):690.

94. Stehmann C, Deward M A. Factors influencing activity of triazole fungicides towards *Botrytis cinerea*[J].Crop Protection,1996,15:39-47.
95. Tooly P W,Sweigard J A,Fry W E,et al. Fitness and virulence of *Phytophthora infestans* isolates from sexual populations[J]. Phytopathology,1986,76:1209-1212.
96. Yu Ying, Zhang Yali, Yin Ling, et al. The Mode of Host Resistance to *Plasmopara viticola* Infection of Grapevines[J].Phytopathology,2012,102(11):1094-1101.
97. Zhang S Y, Zhou M G. Study on the biology and application technique of strobilurin fungicide[A].Zhou Ming-guo. Chemical Control of Plant Diseases in China Vol.3[C]. Beijing:Chinese Agricultural Science and Technology Press,2002,1-10.

## 致 谢

转眼两年研究生生活就要结束了，时间很短，但对我而言却是珍贵重要的两年，这两年来，我相比于本科我在学术研究上提高了很多。在毕业即将到来之际，我要对所有帮助过我，指导过我，照顾过我，批评过我的老师、同学以及我的家人表示衷心的感谢。

本论文是在杨德松副教授、陆新德研究员的悉心指导下完成的，论文倾注了两位导师的心血。在论文完成之际，谨向两位导师表达我最崇高的敬意！两位导师无论从论文整体设计、到具体实施都给予极大关注和悉心指导，他们渊博的知识、宽以待人的博大胸怀，将使我终身受益。两年来，两位老师对我不断鞭策、教诲使我克服重重困难，才能让我很顺利的完成毕业论文试验。在此向他们表达我最衷心的感谢！同时也祝两位老师工作顺利！

在毕业论文的试验中，还要感谢李国英老师、赵思峰老师、张建萍老师、王俊刚老师、杜鹃老师等植保系的每一位老师，同时还得到董雪、贾会娟师姐、梁友、刘彦龙、林育德等同学的大力帮助和支持，在我试验繁忙时他们也在生活上给予我很大的关心，在此对他们的支持和关心表示感谢！

在研究生上学期间的到了家人的理解、支持和极大帮助。石河子葡萄研究所容新民所长、边凤霞老师在百忙中对试验进行了指导，提出了宝贵的意见，在此表示感谢。

再一次感谢所有关心、支持我的老师、朋友、同学、和家人。

## 作者简介

曹媛媛，女，生于1991年6月，籍贯新疆哈密。2013年毕业于石河子大学，获得农学学士学位。2013年9月至2015年6月在石河子大学攻读植物保护专业硕士学位。

### 在学期间主要参与的研究项目

国家“公益”性行业（农业）科研专项——果树霜霉病防控技术研究

### 在学期间发表的文章

曹媛媛. 9种药剂防治葡萄霜霉病的田间药效试验及持效期研究. 新疆农垦科技.

## 石河子大学硕士研究生学位论文

## 导师评阅表

研究生姓名	曹媛媛	学制	二年制
专业	植物保护	研究方向	农药学

## 学术评语:

曹媛媛同学在校期间,认真学习专业理论知识,经常查阅相关文献进行阅读,基础扎实,勤于动手,善于思考,该同学通过研究生阶段的锻炼和学习,具备了较高的科研素养和较好的写作能力。曹媛媛同学在研究生期间合理安排试验并认真完成,撰写一篇论文,不但增加了自己的科学素养,也丰富了自己进行科学研究的方法和技能,为今后从事更深层次的科学研究奠定了基础。

杀菌剂混配既可以提高杀菌剂,又可以延缓病原菌的抗药性,并且可以保护现有农药的使用年限。本研究通过不同类型农药混配,达到减缓葡萄霜霉病菌抗药性的产生,减少施药次数的目的。通过监测来自新疆不同地方的葡萄霜霉病菌对4种杀菌剂的抗药性,发现甲霜灵达到了中抗水平,烯酰吗啉和啞菌酯达到低抗水平,乙蒜素处于敏感水平。评价了葡萄霜霉病菌对常用杀菌剂的抗性水平,在所有试验的增效配比中,代森锰锌与烯酰吗啉7:1混用时增效系数最高,增效作用最为明显。在明确相应药剂毒力的基础上,根据杀菌剂复配的基本原则,按照一定的质量比进行药剂联合作用测定,筛选了联合毒力效果显著的药剂复配组合,进一步明确了混配增效组合抑制孢子囊萌发的水平,发现代森锰锌与烯酰吗啉、霜脲氰和啞菌酯增效组合的孢子囊萌发率远远低于各单剂孢子囊的萌发率。最后选择了多种杀菌剂进行了田间试验,因为葡萄霜霉病的发生和流行与雨水的关系很大。所以,在雨水比较多的情况下,应该根据当地的实际情况,适当的增加施药的次数。为了防止抗药性的产生,防治时期应该注意药剂轮换使用。

该论文选题明确,材料数据真实,研究方法得当,工作量大,文字表达清晰,已达到硕士论文水平。

指导教师签字:

杨福松

2015年6月8日