

王赛格,蒲金基,杨永利,等. 芒果新病害露水斑病病菌 9 种单剂间复配增效配比筛选[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):191-193.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.060

# 芒果新病害露水斑病病菌 9 种单剂间复配增效配比筛选

王赛格<sup>1</sup>,蒲金基<sup>2</sup>,杨永利<sup>1</sup>,张 贺<sup>2</sup>,韦运谢<sup>1</sup>,刘晓妹<sup>1</sup>

(1. 海南大学环境与植物保护学院/海南大学热带作物种质资源保护与开发利用教育部重点实验室,海南海口 570228;

2. 中国热带农业科学院环境与植物保护研究所/农业部热带作物有害生物综合治理重点实验室,海南海口 571101)

**摘要:**为了给芒果新病害露水斑病防治提供药剂复配依据,采用 Horsfall 法,对初筛获得的 9 种单剂进行了室内复配筛选。结果表明,在本次测试的 33 个组合 198 个配比中,毒力比率大于 1.2 的配比有 26 个。其中,吡唑醚菌酯:丙环唑以 1:4,咪酰胺:多抗霉素 B 以 2:3 的毒力比率约为 2.0,增效最明显;其次是咪酰胺:多抗霉素 B 以 1:4 的配比,毒力比率为 1.72;吡唑醚菌酯:氟硅唑以 1:4,吡唑醚菌酯:戊唑醇以 2:3,多抗霉素 B:氟硅唑以 1:4 或 3:2,溴菌腈:丙环唑以 3:2,多抗霉素 B:溴菌腈以 2:3,吡唑醚菌酯:丙环唑以 2:3 配比时,毒力比率介于 1.51~1.63 之间,也有较好的增效作用。可见,吡唑醚菌酯和丙环唑以 1:4、咪酰胺和多抗霉素 B 以 2:3 的配比应用潜力较大,值得进一步研究。

**关键词:**芒果;露水斑病;杀菌剂;复配;增效;配比

**中图分类号:**S436.67+9 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)10-0191-02

芒果(*Mangifera indica* Linn.)为漆树科(Anacardiaceae)常绿果树,因营养价值高而享有“热带果王”之美誉,是世界第二大热带水果。在我国主要栽培于台湾省、海南省、广西壮族自治区、广东省、云南省、四川省、福建省和贵州省等热带、亚热带地区<sup>[1]</sup>,其中海南省的种植面积和总产量居全国首位<sup>[1]</sup>。2011 年海南芒果的种植面积达 4.37 万 hm<sup>2</sup>,产量达 40.34 万 t,分别占全国种植面积和总产量的 31.15% 和 40.20%<sup>[2]</sup>。芒果露水斑病(*Cladosporium cladosporioides*)为海南省新发生的病害,于 2007 年始发于海南省昌江市,目前已经蔓延到海南省三亚市、东方市等芒果主产区,且危害日趋严重。该病主要危害果实,多在采收期显症,病斑呈不规则形的水渍状,湿度大时病斑上常产生墨绿色的霉层,严重影响果实的外观和商品价值<sup>[3]</sup>。露水斑病一旦发生,3 d 左右就会出现大量病斑,若在收获前出现则对价格影响更大,甚至无人收购,严重影响海南芒果种植户生产效益。而针对该病害的防治药剂尚未见报道。笔者所在课题组从市售的 30 种杀菌剂中,经过室内筛选获得了 9 种抑菌效果较好的单剂。考虑到合理混配是兼治多种有害生物、扩大使用范围、省工省时,提高药效,延缓抗药性,降低药剂毒性、药害和残留的重要途径<sup>[4]</sup>,本试验对所获得的单剂进行了复配剂不同配比抑菌效果的测定,以期寻找到增效配比组合,为芒果露水斑病的化学防治提供更多的药剂混配参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试菌株与药剂

芒果露水斑病原菌[*Cladosporium cladosporioides* (Fresen) de Vries],由中国热带农业科学院环境与植物保护研究所果树课题组鉴定提供。供试药剂、生产厂家和药剂浓度设置见表 1。

表 1 供试药剂、生产厂家和浓度设置

药剂名称	生产厂家	EC <sub>50</sub> 浓度 (μg/mL)
25 g/L 吡唑醚菌酯 (凯润)乳油	德国巴斯夫公司	0.14
20% 苯醚甲环唑水乳剂	海南正业中农高科技有限公司	0.29
450 g/L 咪酰胺水乳剂	安徽省安庆市兴隆化工有限公司	0.31
10% 多抗霉素 B 可湿性 粉剂	江西劲农化工有限公司	0.22
50% 多菌灵可湿性粉剂	南京柏蓝科技有限公司	0.26
25% 溴菌腈(炭特灵) 可湿性粉剂	江苏托球农化有限公司	0.59
400 g/L 氟硅唑悬浮剂	上海杜邦农化有限公司	0.73
250 g/L 丙环唑悬浮剂	广东省江门市植保有限公司	0.80
430 g/L 戊唑醇悬浮剂	百农思达(北京)农用化学品有限公司	2.19

### 1.2 方法

1.2.1 菌种活化培养 将试管斜面保存的病原菌转接在新的 PDA 平板。28 ℃ 培养 3~5 d 后,用无菌水配成  $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^7$  个/mL 孢子悬浮液,取 100 μL 涂抹于 PDA 平板上,28 ℃ 培养 2 d 后打直径 9 mm 菌饼备用。

1.2.2 复配剂的室内抑菌效果测定 采用 Horsfall 法<sup>[5]</sup>进行复配剂增效配比的筛选。根据前期筛选获得的吡唑醚菌酯(凯润)、苯醚甲环唑、咪酰胺、多抗霉素、多菌灵、溴菌腈(炭特灵)、氟硅唑、丙环唑、戊唑醇共 9 种单剂进行两两复配,共

收稿日期:2014-10-12

基金项目:海南省自然科学基金(编号:314050);公益性行业(农业)

科研专项(编号:201203092-2);中西部高校项目(编号:MWECSP-RT08、ZXBHJH-XK004、ZXBHJH-XK005)。

作者简介:王赛格,女,研究方向为植物病理学。E-mail:517073734@qq.com。

通信作者:刘晓妹,博士,副教授,研究方向为热带作物真菌病害。  
E-mail:lxmpl@126.com。

33 种复配组合,因试验工作量太大,本试验依据单剂的 EC<sub>50</sub> 按照 5 : 0、4 : 1、3 : 2、2 : 3、1 : 4、0 : 5 共 6 个浓度配比,198 个浓度配比组合。每个配比重复 5 次,采用含毒介质法制成不同配比的含毒平板,将 9 mm 的菌饼接于含药平板上,以无药平板为对照,置于 28 ℃ 恒温培养箱中培养,8 d 后测量菌落直径,计算各配比的实际抑菌率。若毒力比率明显大于 1,为增效作用;若毒力比率明显小于 1,为拮抗作用;若毒力比率为 1 左右,则为相加作用。

实际抑菌率 = (对照的菌落直径 - 处理的菌落直径) / (对照菌落直径 - 9 mm) × 100%; 理论抑菌率 = (单剂 A 实际 EC<sub>50</sub> 抑菌率 × 配比中的百分比) + (单剂 B 实际 EC<sub>50</sub> 抑菌率 × 配比中的百分率); 毒力比率 = 实际抑菌率(%) / 理论抑菌率(%)。

2 结果与分析

将单剂两两复配共测试了 33 个组合 198 个配比中,毒力比率大于 1 的配比有 64 个,毒力比率大于 1.2 的配比有 26 个(表 2)。从表 2 中可见,(1)吡唑醚菌酯:丙环唑以 1 : 4,咪酰胺:多抗霉素 B 以 2 : 3,咪酰胺:多抗霉素 B 以 1 : 4,吡唑醚菌酯:氟硅唑以 1 : 4,唑醚菊酯:戊唑醇以 2 : 3,多抗霉素 B:氟硅唑以 1 : 4,多抗霉素 B:氟硅唑以 3 : 2,溴菌腈:丙环唑以 3 : 2,多抗霉素 B:溴菌腈以 2 : 3,吡唑醚菌酯:丙环唑以 2 : 3 配比时增效很明显,毒力比率介于 1.5 ~ 2 之间,其中以前 2 个复配剂的增效作用最为明显;(2)多抗霉素 B:溴菌腈以 4 : 1,多抗霉素 B:氟硅唑以 2 : 3,苯醚甲环唑:戊唑醇以 2 : 3,吡唑醚菌酯:戊唑醇以 1 : 4,多抗霉素 B:溴菌腈以 3 : 2,多抗霉素 B:丙环唑以 4 : 1 配比时增效作用也较明显,毒力比率介于 1.3 ~ 1.5 之间;(3)溴菌腈:丙环唑以 2 : 3,苯醚甲环唑:丙环唑以 4 : 1,吡唑醚菌酯:丙环唑以 3 : 2,多抗霉素 B:溴菌腈以 1 : 4,多菌灵:戊唑醇以 3 : 2,苯醚甲环唑:多菌灵以 1 : 4,多抗霉素 B:丙环唑以 2 : 3,多抗霉素 B:戊唑醇以 2 : 3,苯醚甲环唑:戊唑醇以 4 : 1,吡唑醚菌酯:氟硅唑以 2 : 3 配比时也表现出一定的增效作用,毒力比率介于 1.2 ~ 1.3 之间,尤其是多菌灵:戊唑醇以 3 : 2 配比时,尽管毒力比率仅为 1.27,但实际抑菌率高达 94%。此外,多菌灵:戊唑醇以 4 : 1,多菌灵:丙环唑以 4 : 1 或 3 : 2,多菌灵:溴菌腈以 4 : 1 配比时,虽然毒力比率接近于 1,但实际抑菌率也均高于 80%。

苯醚甲环唑与咪酰胺、多抗霉素 B、吡唑醚菌酯、溴菌腈、氟硅唑,溴菌腈与吡唑醚菌酯、氟硅唑、丙环唑、戊唑醇、咪酰胺,吡唑醚菌酯与多菌灵、多抗霉素 B、咪酰胺,多菌灵与多抗霉素 B、氟硅唑、咪酰胺,咪酰胺与丙环唑、戊唑醇、氟硅唑的各种配比却表现出相加或拮抗作用。

3 结论与讨论

吡唑醚菌酯毒性低,对非靶标生物安全,对使用者和环境安全友好,已被美国环保局列为“减风险候选药剂”<sup>[6]</sup>,但是该药剂还具有作用位点单一的缺点,又被国际杀菌剂抗性委员会(fungicide resistance action committee,FRAC)列为高抗性风险药剂<sup>[7]</sup>。因此将该药剂与其他药剂复配成为解决此矛盾的有效途径,如将它与氟环唑、戊唑醇或叶菌唑复配能更有

表 2 各单剂之间复配后表现出增效的配比

复配剂	配比	实际抑制率(%)	理论抑制率(%)	毒力比率
吡唑醚菌酯:丙环唑	1 : 4	52	26	1.98
咪酰胺:多抗霉素 B	2 : 3	51	26	1.95
咪酰胺:多抗霉素 B	1 : 4	43	25	1.72
吡唑醚菌酯:氟硅唑	1 : 4	44	27	1.63
吡唑醚菌酯:戊唑醇	2 : 3	67	42	1.60
多抗霉素 B:氟硅唑	1 : 4	34	21	1.59
多抗霉素 B:氟硅唑	3 : 2	41	26	1.56
溴菌腈:丙环唑	3 : 2	34	22	1.55
多抗霉素 B:溴菌腈	2 : 3	42	27	1.53
吡唑醚菌酯:丙环唑	2 : 3	49	32	1.51
多抗霉素 B:溴菌腈	4 : 1	46	32	1.45
多抗霉素 B:氟硅唑	2 : 3	34	24	1.43
苯醚甲环唑:戊唑醇	2 : 3	46	32	1.42
吡唑醚菌酯:戊唑醇	1 : 4	48	34	1.40
多抗霉素 B:溴菌腈	3 : 2	41	30	1.39
多抗霉素 B:丙环唑	4 : 1	49	36	1.35
溴菌腈:丙环唑	2 : 3	31	24	1.29
苯醚甲环唑:丙环唑	4 : 1	56	44	1.28
吡唑醚菌酯:丙环唑	3 : 2	49	39	1.27
多抗霉素 B:溴菌腈	1 : 4	32	25	1.27
多菌灵:戊唑醇	3 : 2	94	74	1.27
苯醚甲环唑:多菌灵	1 : 4	52	41	1.26
多抗霉素 B:丙环唑	2 : 3	52	41	1.26
多抗霉素 B:戊唑醇	2 : 3	40	32	1.24
苯醚甲环唑:戊唑醇	4 : 1	45	37	1.22
吡唑醚菌酯:氟硅唑	2 : 3	41	34	1.21

效地防治亚洲大豆锈病<sup>[6]</sup>,与氟吡菌胺以 4 : 1 配比的混合物对黄瓜霜霉病菌的毒力增效明显<sup>[8]</sup>。考虑到吡唑醚菌酯的作用特点,本试验也将它与其他药剂进行了复配筛选,从结果来看,吡唑醚菌酯与丙环唑、氟硅唑和戊唑醇的各种配比均表现出不同程度的增效作用,但与苯醚甲环唑、咪酰胺、多抗霉素 B、多菌灵、溴菌腈的各种配比却表现相加或弱的拮抗作用,可见吡唑醚菌酯更适合与三唑类药剂中的丙环唑、氟硅唑和戊唑醇这几种药剂混配。

多抗霉素 B 是链霉菌产生的代谢物,是最安全的生物农药之一,对多种作物常见真菌性病害都有显著防效,且比大部分化学杀菌剂成本更低廉<sup>[9]</sup>。本试验结果表明多抗霉素 B 与咪酰胺、氟硅唑、溴菌腈的各种配比均表现出不同程度的增效作用,而与丙环唑仅以 4 : 1 和 2 : 3,与戊唑醇仅以 2 : 3 的配比混配时才表现出一定的增效作用,其余配比却表现出明显的拮抗作用。可见,在生产上使用合适的配比是提高防效的关键,而盲目地混配往往适得其反。此外,多抗霉素 B 与溴菌腈以 2 : 3 的配比值得推荐,因为该配比除了对露水斑病菌有增效作用外,还可以发挥多抗霉素 B 和溴菌腈 2 种单剂本身对白粉病、炭疽病的特效作用,以及溴菌腈对细菌性黑斑病及藻斑病的兼防作用。

在本次复配剂室内增效配比筛选中,毒力比率大于 1.2 的配比有 26 个,其中吡唑醚菌酯和丙环唑以 1 : 4 配比以及咪酰胺和多抗霉素 B 以 2 : 3 配比时增效最明显,毒力比率接近于 2.0,应用潜力较大,值得进行大田试验。

代其林,王金玲,马明莉,等. NaCl 胁迫处理对豇豆幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):193-196.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.061

# NaCl 胁迫处理对豇豆幼苗抗氧化酶活性的影响

代其林<sup>1</sup>,王金玲<sup>2</sup>,马明莉<sup>1</sup>,吕旭才<sup>1</sup>,郭翠<sup>1</sup>,王劲<sup>3</sup>,杜世章<sup>2</sup>

(1. 西南科技大学生命科学与工程学院,四川绵阳 621000; 2. 绵阳师范学院,四川绵阳 621000;

3. 中国农业科学研究院生物技术研究所,北京 100081)

**摘要:**主要研究 150 mmol/L NaCl 胁迫处理对豇豆(*Vigna unguiculata* Linn.) 幼苗叶片抗氧化酶活性的影响。结果表明,豇豆幼苗在受到 NaCl 胁迫后,其叶片内可溶性蛋白含量、脯氨酸含量、丙二醛含量随胁迫时间的延长均逐渐升高,胁迫 12 h 后,它们的含量都达到峰值;在 150 mmol/L NaCl 胁迫过程中,豇豆幼苗叶片的抗氧化酶如超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶(POD)、过氧化氢酶(CAT)等活性在 0~12 h 期间逐渐上升,12 h 后其活性也均达到最高值;在 12~48 h 胁迫期间,3 种抗氧化酶活性逐渐下降,但仍强于非盐胁迫下的抗氧化酶活性。同时,对 NaCl 胁迫下这 3 种抗氧化酶基因的相对表达水平进行荧光定量分析,结果表明,SOD 和 CAT 等 2 种抗氧化酶基因相对转录表达水平与胁迫期间内相应酶的活性变化一致,而 POD 基因表达在胁迫 6 h 后就已经达到最大值,与其酶活性在 12 h 后达最大值是不一致的。分析结果表明,在盐胁迫下 NaCl 诱导了 SOD、POD、CAT 等 3 种酶基因的表达,抗氧化酶活性相应增强,从而增强了豇豆幼苗应对 NaCl 胁迫的能力,为盐碱地培育豇豆作物具有一定指导意义。

**关键词:**NaCl 胁迫;豇豆幼苗;抗氧化酶;可溶性蛋白;脯氨酸;丙二醛;实时定量 PCR

**中图分类号:**S643.401 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)10-0193-04

土壤盐渍化是一个世界性的资源问题和生态问题,是影响农业生产的主要环境因素。盐渍土壤能通过水分胁迫、盐分离子的生理毒害等作用对作物产生危害,因此能限制作物的生长、发育,甚至造成农作物的减产或绝收。当前,全球盐碱地面积已达 9.5 亿  $\text{hm}^2$ , 中国有 1 亿  $\text{hm}^2$ <sup>[1]</sup>。中国的盐渍化土地主要分布在西北和华北地区,并有逐年扩大的趋势,而这些地区是我国主要的产粮地区,植物耐盐研究已经成为当今研究的热点。

在正常状态下,植物的光合作用和呼吸作用等代谢途径

都会产生电子,电子在质膜上进行传递时会不断产生活性氧,这些活性氧包括超氧自由基( $\text{O}_2^-$ )、羟自由基( $\cdot\text{OH}$ )、过氧化氢( $\text{H}_2\text{O}_2$ )<sup>[2-7]</sup>。NaCl 等盐非生物胁迫过程中所产生的低浓度活性氧可作为信号分子在植物的氧化还原反应中进行信号转导<sup>[8]</sup>,引起一系列的生理生化反应,并产生一定的生理抗性。而中度和重度非生物胁迫都会使植物体内产生过多的活性氧,使植物体内产生氧化胁迫<sup>[9-12]</sup>,甚至会严重破坏细胞的稳定性和正常的代谢,通常使脂质、蛋白质和核酸受到氧化损伤,从而造成细胞损伤,最终导致细胞死亡<sup>[5,13-15]</sup>。同时,NaCl 等盐胁迫还会启动膜脂过氧化或膜脂脱脂作用,从而破坏膜结构,使质膜流动性增大,电解质渗出率增加,细胞内代谢毒物(如丙二醛、MDA 等)积累增多<sup>[8,16-18]</sup>。因此,活性氧参与了植物光合作用的调节、胁迫应答、病原反应、程序性细胞死亡、激素调节以及植物的生长发育等生理生化反应<sup>[5,19]</sup>。植物为了应对活性氧所引起的氧化胁迫,在进化过程中产生了一个有效的抗氧化防御系统<sup>[20]</sup>,这个防御系统主要由超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化氢酶(CAT)、过氧化物酶(POD)等组成,其中 SOD 能清除超氧离子,POD 能清除过

收稿日期:2014-09-28

基金项目:国家“973”计划(编号:2013CB733903);国家“863”计划(编号:2012AA063503);国家转基因专项(编号:2014ZX0801201B);公益性行业(农业)科研专项(编号:201103007);西南科技大学博士研究基金(编号:11zx7104)。

作者简介:代其林(1970—),男,重庆人,博士,副教授,主要从事植物逆境生理与分子生物学研究。E-mail:daiqilinmj@sina.com。

通信作者:杜世章,博士,教授,主要从事分子生物学研究。E-mail:wjdsz@vip.sina.com。

## 参考文献:

- [1] 李日旺,黄国弟,苏美花,等. 我国芒果产业现状与发展策略[J]. 南方农业学报,2013,44(5):875-878.
- [2] 全国热带、亚热带作物生产情况[Z]. 农业部发展南亚热带作物办公室 2012:24-25.
- [3] 张贺,刘晓妹,喻群芳,等. 海南芒果露水斑病的初步鉴定[J]. 广东农业科学,2013,40(7):75-77.
- [4] 张应芝. 农药混配四原则[J]. 南方科技报,2008,45(2):5-6.
- [5] 王小艺,王跃龙,欧晓明. 农药混剂配比研究的一种实用寻优方

法初探[J]. 农药学报,2005,7(1):40-44.

- [6] 郎玉成,柏亚罗. 吡唑类农药品种的研究开发进展[J]. 现代农药,2006,5(5):6-12.
- [7] 张鹏. 氟吡菌胺与吡唑醚菌酯对马铃薯晚疫病病菌的联合毒力及混配制剂研究[D]. 保定:河北农业大学,2013.
- [8] 闫磊,王文桥,孟润杰,等. 氟吡菌胺与吡唑醚菌酯混合物对黄瓜霜霉病菌的毒力增效及其抗药性的影响[J]. 农药,2013,52(1):53-56.
- [9] 吴家全,李军民. 多抗霉素研究现状与市场前景[J]. 农药科学与管理,2010,31(11):21-23.