

蒋 妮,宋利沙,陈乾平,等. 罗汉果斑枯病菌主要生物学特性及防治药剂筛选[J]. 江苏农业科学,2019,47(24):78-81.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.24.020

# 罗汉果斑枯病菌主要生物学特性及防治药剂筛选

蒋 妮<sup>1</sup>,宋利沙<sup>1</sup>,陈乾平<sup>1</sup>,冯世鑫<sup>1</sup>,张占江<sup>1</sup>,蒋水元<sup>2</sup>,黄夕洋<sup>2</sup>

(1. 广西壮族自治区药用植物园,广西南宁 530023; 2. 广西壮族自治区中国科学院广西植物研究所,广西桂林 541006)

**摘要:**为掌握罗汉果斑枯病菌(*Stagonosporopsis cucurbitacearum*)的生物学特性并筛选出有效的防治药剂,采用菌丝生长速率法,分别测定病原菌在不同培养基、碳氮源、温度、pH 值和光照条件下的生长情况;通过室内毒力试验测定了 13 种混配杀菌剂的半最大效应浓度( $EC_{50}$ ),选择毒力较强的 5 种杀菌剂进行田间防治试验。结果表明,OA 培养基为病原菌生长的最适培养基;葡萄糖、蛋白胨为最适碳、氮源;病原菌在 5~35 ℃内均可生长,28 ℃为最适生长温度,气温超过 30 ℃时菌丝生长速率下降;病原菌生长最适 pH 值为 7.0~8.0;全光照有利于罗汉果斑枯病菌菌丝的生长。13 种供试药剂中,45% 戊唑·咪鲜胺、30% 甲霜·噁霉灵、10% 苯醚·甲环唑、60% 吡萘·啉菌酯、40% 氟啶菌酯·丙硫菌唑为毒性较强的前 5 种混配杀菌剂,田间防效分别为 86.20%、76.58%、80.63%、80.44%、84.95%。试验结果表明,不同培养基及碳、氮源对病原菌的生长有一定的影响;病原菌对高温敏感,喜弱碱性、有光照的环境条件;田间防效>80%的 4 种混配杀菌剂具有较好的推广应用潜力。

**关键词:**罗汉果;斑枯病菌;生物学特性;药剂筛选

**中图分类号:** S435.67 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)24-0078-04

罗汉果(*Siraitia grosvenorii*)为葫芦科多年生藤本植物,药用干燥果实,是我国传统中药,具有清热止咳、化痰、润肺、生津止渴等功效,被《中国药典》收载<sup>[1]</sup>。罗汉果还是我国特有的药食同源植物,果实中含有高甜度且低热量的罗汉果苷类,作为最佳的天然甜味剂得以广泛应用并大量出口到欧美、日本等地<sup>[2-3]</sup>。广西是罗汉果的主产区及道地产区,全国 80% 以上的罗汉果产自广西桂北山区<sup>[4-5]</sup>。2015 年笔者首次报道在桂林等主产区发生一种严重影响罗汉果生长的新病害——罗汉果斑枯病,发病率达 84.0%,受害植株叶片早期出现凹陷状斑点,后期叶片枯萎,植株枯死,严重影响罗汉果的生长,经鉴定病原菌为子囊菌,噁霉灵、戊唑醇、咪鲜胺等化学药剂对病原菌丝的生长有强抑制作用<sup>[6]</sup>。近 3 年,笔者所在课题组继续跟进该病害的田间流行及防治研究,目前该病已成为罗汉果栽培过程中普遍发生、危害严重的一种病害。据农户反馈,推荐使用的噁霉灵、戊唑醇、咪鲜胺等化学药剂虽然在一定程度上控制了病害的发生,但须逐年不断增加浓度及使用次数,部分严重发生的果园已开始出现抗药性。由于罗汉果斑枯病是一种新病害,目前国内关于病原菌的生物学特性尚未见报道。本研究拟对罗汉果斑枯病菌生物学特性进行系统分析,以期掌握病害的发生规律及有效防治提供科学依据。多年来农药的研究进展表明,要克服和延缓病原菌的抗药性,进行药剂的复配使用,是一项行之有效的措施<sup>[7-8]</sup>。目前复配混用农药发展很快,品种较多,表现出了一

定的优越性和生命力<sup>[9-10]</sup>。基于药材、食品的安全性及环境友好等方面的考虑,笔者选择了目前市场上噁霉灵、戊唑醇、咪鲜胺的混配制剂以及其他广谱性的混配药剂进行毒力测定及田间防治试验,以期罗汉果斑枯病的有效防治提供理想的混配制剂。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

1.1.1 供试菌株 罗汉果斑枯病原菌(*Stagonosporopsis cucurbitacearum*),由笔者所在实验室分离鉴定并保存。

1.1.2 供试培养基 本试验选取以下 8 种培养基作为供试培养基,并参考方中达提供的培养基配方<sup>[11]</sup>进行配制,培养基分别为 PDA(马铃薯葡萄糖培养基)、PSA(马铃薯蔗糖培养基)、OA(燕麦培养基)、CMM(玉米粉培养基)、PCA(马铃薯胡萝卜培养基)、MA(麦芽糖琼脂培养基)、CA(查氏培养基)、WA(水琼脂培养基)。

1.1.3 供试混配制剂 13 种混配杀菌剂种类及生产厂家见表 1。

### 1.2 试验方法

1.2.1 不同培养基对病原菌菌丝生长的影响 病原菌在 PDA 培养基上培养 5 d,用直径为 6 mm 的打孔器在菌落边缘打取菌龄一致的病原菌饼(以下接种的菌饼均为此方法),分别接种至供试的 8 种平板培养基中央,每皿放置 1 块菌饼,设 3 次重复,置于 28 ℃霉菌培养箱培养 7 d,十字交叉法测量菌落直径。

1.2.2 不同碳氮源对病原菌菌丝生长的影响 将不加蔗糖、硝酸钠的察氏(Czapek)培养基作为基础培养基,分别称取等质量的蔗糖、葡萄糖、麦芽糖、果糖、可溶性淀粉、乳糖作为碳源;蛋白胨、硝酸铵、氯化铵、硝酸钠、尿素、磷酸二氢铵作为氮源,以无碳、无氮的 Czapek 培养基作对照,每处理重复 3 次,

收稿日期:2019-08-19

基金项目:广西卫计委重点项目(编号:S201605);广西创新驱动项目(编号:桂科 AA17204056-5);桂药创 2019007;广西科技基地和人才专项(桂科 AD16380013)。

作者简介:蒋 妮(1979—),女,广西来宾人,硕士,副研究员,研究方向为药用植物栽培及病害防治。E-mail:jiangni292@126.com。

表 1 供试药剂

杀菌剂名称	剂型	生产厂家
45% 苯醚·咪鲜胺	水乳剂(EW)	山东中农民昌化学工业有限公司
25% 氟硅唑·咪鲜胺	悬浮剂(SC)	南京博士邦化工科技有限公司
45% 戊唑·咪鲜胺	水乳剂(EW)	江苏景宏生物科技有限公司
30% 甲霜·噁霉灵	水剂(AS)	青岛百禾源生物工程有限公司
10% 苯醚·甲环唑	水分散粒剂(WG)	先正达(苏州)作物保护有限公司
17.2% 氟环唑·吡唑醚菌酯	悬乳剂(SE)	巴斯夫(中国)有限公司
40% 氟嘧菌酯·丙硫菌唑	悬浮剂(SC)	拜尔(中国)有限公司
45% 吡醚·甲硫灵	悬浮剂(SC)	江西禾益化工股份有限公司
30% 三环·氟环唑	悬浮剂(SC)	江苏丰登作物保护股份有限公司
80% 福·福锌	可湿性粉剂(WP)	山东慧邦生物科技有限公司
12% 苯甲·氟酰胺	悬浮剂(SC)	巴斯夫植物保护(江苏)有限公司
60% 吡萘·啉菌酯	水分散粒剂(WG)	美国莱斯特生物科学有限公司
43% 氟菌·肟菌酯	悬浮剂(SC)	青岛利尔农化(集团)研制开发有限公司

接入菌饼后 28 ℃霉菌培养箱培养 7 d, 十字交叉法测量菌落直径<sup>[12]</sup>。

1.2.3 不同温度对病原菌菌丝生长的影响 将原菌饼接种在 PDA 平板中央, 接种后的平板分别置于 5、10、15、20、25、28、30、35 ℃的恒温箱中光照培养, 每个处理设 3 次重复, 培养 7 d 后取出, 十字交叉法测量菌落直径。

1.2.4 不同 pH 值对病原菌菌丝生长的影响 用无菌的 HCl (1 mol/L) 和 NaOH(1 mol/L) 水溶液调节 PDA 的 pH 值, 使其 pH 值分别为 4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0、10.0。将菌饼分别接种至各平板中央, 每个处理设 3 次重复, 28 ℃霉菌培养箱光照培养 5 d, 用十字交叉法测量菌落直径。

1.2.5 不同光照对菌丝生长的影响 设置 3 个光照环境条件: 全光照、12 h 光照—12 h 黑暗交替、全黑暗, 将原菌饼分别接入 PDA 培养基中央, 分别移入以上 3 个光照环境, 28 ℃培养 7 d, 用十字交叉法测量菌落直径, 每个处理重复 3 次。

1.2.6 室内毒力测定 根据预试验结果, 将各供试杀菌剂按照有效成分含量用无菌水稀释成不同浓度梯度的母液, 再向 PDA 培养基中加入已配制好的杀菌剂母液, 制成不同浓度梯度的含药平板, 以加入等量的无菌水于 PDA 培养基作为对照(CK)。将菌饼分别接种至各不同浓度的带毒平板中央, 每个处理设 3 次重复, 28 ℃霉菌培养箱光照培养 7 d, 用十字交叉法测量菌落直径, 计算各药剂的相对生长抑菌率<sup>[13]</sup>。

1.2.7 田间防治试验 试验地选择在桂林市永福县罗汉果种植基地, 种植的罗汉果品种为永福县当地品种富农一号, 正

常水肥管理。根据室内毒力测定结果, 选取对罗汉果斑枯病菌毒力较强的杀菌剂进行田间防治试验, 药剂的使用量以商品使用说明为参考。施药时间为 2018 年 6 月 5 日第一次施用, 后每隔 7 d 施 1 次, 连续施用 3 次, 以清水为对照。每处理 3 次重复, 每个重复喷施 200 m<sup>2</sup>, 并于最后一次施药后 10 d 进行病害调查。由于该病害为新病害, 根据田间调研结果将罗汉果叶枯病分为 5 级: 1 级: 叶片无病斑; 2 级: 病斑占叶片表面积≤20%; 3 级: 20% < 病斑占叶片表面积≤50%; 4 级: 50% < 病斑占叶片表面积≤70%; 5 级: 70% < 病斑占叶片表面积≤100%。每个重复随机选取 50 张叶片统计发病级别, 计算病情指数及相对防效。

1.2.8 数据分析 采用 Excel 软件计算毒力回归方程和半最大效应浓度(EC<sub>50</sub>), 利用 SPSS 软件对试验数据进行统计分析, 采用 Duncan's 新复极差法进行显著性分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同培养基对病原菌菌丝生长的影响

由表 2 可知, 罗汉果斑枯病菌在供试的 8 种培养基上均能生长, 其中 OA 培养基为最适培养基, 培养 7 d 后平均菌落直径为 73.15 mm, 显著大于其他 7 种培养基, 菌丝密集、绒状、略带灰绿色。PDA、PSA 培养基适宜该菌的生长, 平均菌落直径为 65.42、63.66 mm, 二者差异不显著; 菌丝体较密集, 绒状, 白色。该菌在 PCA、MA 培养基上生长均较缓慢, 菌丝气生状, 较稀疏。WA 培养基为最不宜该菌生长的培养基, 培

表 2 罗汉果斑枯病菌在不同培养基上的生长情况

培养基	菌落直径 (mm)	菌落特征
OA	73.15 ± 0.45a	菌落淡灰绿色, 菌丝密集, 绒状, 长势优
PDA	65.42 ± 0.52b	菌落淡灰白色, 菌丝密集, 绒状, 长势优良
PSA	63.66 ± 0.76b	菌落淡灰白色, 菌丝密集, 绒状, 长势优良
CA	55.21 ± 0.34c	菌落白色, 菌丝较密集, 绒状, 长势良
CMM	50.26 ± 0.65d	菌落白色, 菌丝较密集, 绒状, 长势良
PCA	45.87 ± 0.26e	菌落白色, 菌丝较疏松, 气生状, 长势较差
MA	43.15 ± 0.73e	菌落白色, 菌丝较疏松, 气生状, 长势较差
WA	12.06 ± 0.40f	菌落白色近透明, 菌丝疏松, 气生状, 长势极差

注: 同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下表同。

养 7 d 后平均菌落直径仅为 12.06 mm,菌丝最稀松,菌落几近透明。

2.2 不同碳、氮源对病原菌菌丝生长的影响

罗汉果斑枯病菌在不同碳、氮源培养基上的生长情况见表 3。该病原菌能利用不同的碳、氮源进行生长,但不同碳、氮源对病原菌的生长有一定的影响。以葡萄糖为碳源的菌落直径最大,菌丝密集,长势最好;其次依次为果糖、甘露醇上菌落较大且菌丝较密集,长势良;麦芽糖、乳糖、可溶性淀粉上菌

丝相对稀疏,菌落直径也显著小于上述 3 种碳源;而在无碳源培养基中菌落长势最弱,菌丝稀疏,可见碳源对于该菌的生长具有促进作用。罗汉果斑枯病菌在以蛋白胨为氮源的培养基上菌落直径最大,长势最好;在以硝酸铵、氯化铵为氮源的条件下次之;以磷酸二氢铵为氮源的菌落直径小于供试的其他 5 种氮源,且菌丝生长稀疏;无氮培养基上菌落直径最小,菌株生长最弱,菌丝稀薄,说明氮源对于该菌的生长具有促进作用,蛋白胨为最适宜的氮源。

表 3 罗汉果斑枯病菌在不同碳、氮源培养基上的生长情况

碳源			氮源		
碳源	菌落直径 (mm)	菌落特征	氮源	菌落直径 (mm)	菌落特征
葡萄糖	60.45 ± 0.23a	菌落白色,菌丝密集,长势优	蛋白胨	68.06 ± 0.62a	菌落白色,菌丝密集,长势优
果糖	56.73 ± 0.65b	菌落白色,菌丝密集,长势良	硝酸铵	60.47 ± 0.38b	菌落白色,菌丝密集,长势良
甘露醇	50.86 ± 0.73c	菌落白色,菌丝密集,长势良	氯化铵	58.64 ± 0.42b	菌落白色,菌丝密集,长势良
麦芽糖	46.62 ± 0.42d	菌落白色,菌丝疏松,长势较差	尿素	50.46 ± 0.16c	菌落白色,菌丝密集,长势良
乳糖	45.25 ± 0.31d	菌落白色,菌丝疏松,长势良较差	硝酸钠	45.38 ± 0.49d	菌落白色,菌丝疏松,长势良较差
可溶性淀粉	40.42 ± 0.62e	菌落白色,菌丝疏松,长势较差	磷酸二氢铵	36.54 ± 0.52e	菌落白色,菌丝疏松,长势较差
无碳	30.15 ± 0.33f	菌落白色,菌丝疏松,长势差	无氮	28.55 ± 0.18f	菌落白色,菌丝疏松,长势差

2.3 不同温度对病原菌菌丝生长的影响

温度对罗汉果斑枯病菌生长的影响见图 1,该病原菌可在 5~35℃ 温度范围内生长;温度达到 40℃ 时,接种菌饼直径 6 mm 没有变化,说明菌落没有生长;5、35℃ 条件下虽然能生长但生长极缓慢;25~30℃ 温度范围内病原菌生长较好,其中 28℃ 为罗汉果斑枯病菌的最适生长温度,此时菌落直径最大,生长状况最佳。

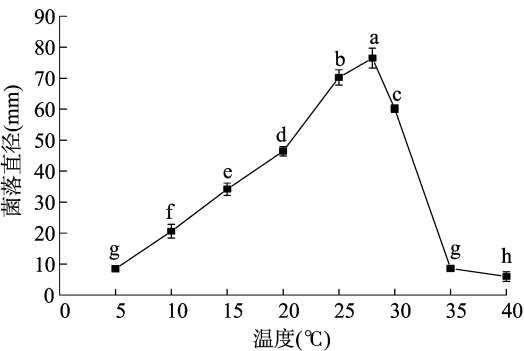


图1 罗汉果斑枯病菌在不同温度下的生长情况

2.4 不同 pH 值对病原菌菌丝生长的影响

pH 值对罗汉果斑枯病菌生长的影响见图 2,在 pH 值为 4.0~10.0 的条件下,该病原菌均能生长;pH 值为 6.0~8.0 时菌落直径较大,病菌生长较好,其中最适 pH 值为 7.0~8.0,此时,菌落直径最大,长势最佳。

2.5 不同光照对菌丝生长的影响

试验结果(表 4)表明:全光照条件下,菌落的直径最大;12 h 光照—12h 黑暗交替时,菌落直径次之;全黑暗不利于菌丝生长,菌落直径最小。说明全光照有利于罗汉果斑枯病菌菌丝的生长。

2.6 13 种混配杀菌剂对罗汉果斑枯病菌的毒力测定

表 5 结果表明,供试的 13 种杀菌剂对罗汉果斑枯病菌均有不同程度的抑制作用。其中 45% 戊唑·咪鲜胺 EC<sub>50</sub> 为 0.25,对病原菌的毒力最强;30% 甲霜·噁霉灵、10% 苯醚·

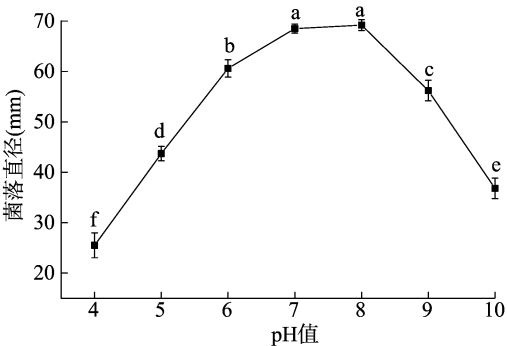


图2 罗汉果斑枯病菌在不同 pH 值下的生长情况

表 4 不同光照条件对罗汉果斑枯病菌生长的影响

处理	菌落直径 (mm)
全光照	72.43 ± 0.23a
12 h 光照—12 h 黑暗交替	65.34 ± 0.16b
全黑暗	60.12 ± 0.35c

甲环唑、60% 吡萘·啉菌酯、40% 氟啉菌酯·丙硫菌唑、45% 吡醚·甲硫灵,这 4 种杀菌剂的毒力较强,EC<sub>50</sub> 值为 0.72~2.56 mg/L;12% 苯甲·氟酰胺、43% 氟菌·肟菌酯对病原菌的毒力相对较弱,EC<sub>50</sub> 值分别为 85.08、112.47。根据室内毒力测定结果,将毒力较强的 (EC<sub>50</sub> < 5.0 mg/L) 5 种杀菌剂 (45% 戊唑·咪鲜胺、30% 甲霜·噁霉灵、10% 苯醚·甲环唑、60% 吡萘·啉菌酯、40% 氟啉菌酯·丙硫菌唑、45% 吡醚·甲硫灵) 进行大田试验。

2.7 田间防治试验

由表 6 可知,在田间施用供试的 5 种混配杀菌剂对罗汉果斑枯病均具有防治作用,其中 45% 戊唑·咪鲜胺、40% 氟啉菌酯·丙硫菌唑的防治效果最好,防效分别为 86.20%、84.95%;其次是 10% 苯醚·甲环唑、60% 吡萘·啉菌酯,防效分别为 80.63%、80.44%;防治相对较差的是 30% 甲霜·

表 5 13 种混配杀菌剂对罗汉果斑枯病菌的毒力

杀菌剂	毒力回归方程	EC <sub>50</sub> (mg/L)	决定系数 (r <sup>2</sup> )
45% 戊唑·咪鲜胺	$y = 3.528 + 2.962x$	0.25	0.993 2
30% 甲霜·噁霉灵	$y = 5.218\ 3 + 0.954\ 9x$	0.72	0.956 7
10% 苯醚·甲环唑	$y = 5.068\ 7 + 0.870\ 1x$	0.85	0.930 2
60% 吡萘·啉菌酯	$y = 3.568 + 0.538\ 4x$	1.29	0.954 7
40% 氟啉菌酯·丙硫菌唑	$y = 3.984\ 2 + 1.302\ 3x$	2.56	0.960 2
45% 吡醚·甲硫灵	$y = 3.453\ 4 + 0.808\ 9x$	6.06	0.983 3
45% 苯醚·咪鲜胺	$y = 3.850\ 2 + 1.352\ 2x$	8.63	0.994 2
25% 氟硅唑·咪鲜胺	$y = 4.912\ 1 + 0.260\ 3x$	8.52	0.960 2
17.2% 氟环唑·吡唑醚菌酯	$y = 4.456\ 8 + 0.732\ 8x$	11.42	0.983 4
30% 三环·氟环唑	$y = 3.336\ 3 + 1.323x$	13.35	0.910 6
80% 福·福锌	$y = 3.276\ 9 + 1.503\ 1x$	18.47	0.980 5
12% 苯甲·氟酰胺	$y = 2.502\ 7 + 0.690\ 1x$	85.08	0.978 3
43% 氟菌·肟菌酯	$y = 5.997 + 2.968x$	112.47	0.900 3

噁霉灵,防效为 76.58%。从试验结果来看,45% 戊唑·咪鲜胺、10% 苯醚·甲环唑、60% 吡萘·啉菌酯的防治效果与其毒力测定的结果都基本吻合;而 30% 甲霜·噁霉灵在毒力测定中其毒力仅次于 45% 戊唑·咪鲜胺,但在田间的防治效果却显著低于其他 4 种杀菌剂。

表 6 不同混配杀菌剂防治罗汉果斑枯病田间药效

杀菌剂	制剂用量 (mg/L)	平均病指	平均防效 (%)
45% 戊唑·咪鲜胺	1 500	5.03	86.20a
40% 氟啉菌酯·丙硫菌唑	2 000	5.48	84.95a
10% 苯醚·甲环唑	1 000	7.06	80.63b
60% 吡萘·啉菌酯	1 250	7.13	80.44b
30% 甲霜·噁霉灵	1 670	8.55	76.58c
CK(清水)	—	36.45	—

3 结论与讨论

罗汉果斑枯病是罗汉果道地产区发生的一种新病害,目前在病原菌生物学特性及侵染规律尚未明确的情况下,无法有效开展防控。为此,项目组在前期病原菌准确鉴定的基础上,首先开展了病原菌的生物学特性研究,从不同培养基、不同碳氮源、不同温度、不同 pH 值、不同光照条件等方面开展了罗汉果斑枯病菌的生物学特性研究。结果表明该病原菌以 OA 培养基为最适培养基。不同碳、氮源对病原菌的生长有一定的影响,以葡萄糖、蛋白胨为最适碳、氮源。病原菌在 5~35 ℃ 内均可生长,28 ℃ 为最适生长温度,气温超过 30 ℃ 时菌丝生长速率下降,说明该菌对高温敏感,这与该病害在田间表现出来的 6—7 月份为发病高峰,8—9 月份发病有所减轻,10 月份后又有所加重的发病规律吻合。病原菌生长最适 pH 值为 7.0~8.0,表明该病原菌适宜在稍偏碱的环境中生长。全光照有利于罗汉果斑枯病菌菌丝的生长。13 种杀菌剂的室内毒力测定结果表明,对罗汉果斑枯病菌毒力较强的前 5 种杀菌剂,按照强弱依次为:45% 戊唑·咪鲜胺、30% 甲霜·噁霉灵、10% 苯醚·甲环唑、60% 吡萘·啉菌酯、40% 氟啉菌酯·丙硫菌唑。而田间防效高低依次为:45% 戊唑·咪鲜胺、40% 氟啉菌酯·丙硫菌唑、10% 苯醚·甲环唑、60% 吡

萘·啉菌酯、30% 甲霜·噁霉灵。对比可见田间防治试验的结果与毒力测定结果存在一定差异,此种差异,在其他杀菌剂防治其他植物病害上也有类似的报道<sup>[14]</sup>,分析原因可能是田间药效受寄主、病原菌、环境条件等多种因素制约。45% 戊唑·咪鲜胺、40% 氟啉菌酯·丙硫菌唑、10% 苯醚·甲环唑、60% 吡萘·啉菌酯具有较好的推广应用潜力,然而,为进一步明确防治效果,仍须开展连年多点田间试验。

参考文献:

[1] 中华人民共和国国家药典委员会. 中华人民共和国药典(一部)[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.

[2] 李雨蒙,张泽生,秦程广. 罗汉果甜苷的提取及活性研究进展[J]. 食品研究与开发,2017(8):220-224.

[3] 曾祥林. 广西特产植物罗汉果研究进展[J]. 广西医学杂志,2009(8):1182-1186.

[4] 曾其国,马小军,彭培好,等. 罗汉果主要产区的农业地质调查研究[J]. 物探化探计算基数,2012,34(4):464-466.

[5] 苏 晓,邓源喜,陶梦玲,等. 罗汉果的营养保健功能及其开发应用进展[J]. 安徽农学通报,2019(1):32-34.

[6] 蒋 妮,胡风云,叶云峰,等. 罗汉果新病害斑枯病病原鉴定及防治药剂室内筛选[J]. 植物保护,2015,41(6):173-177.

[7] 汪建沃. 农药混配制剂得到快速发展[J]. 中国农资,2014(48):24.

[8] 毕秋艳,马志强. 杀菌剂复配存在的主要问题及发展趋势[J]. 河北农业科学,2010,14(8):64-66.

[9] 朱春雨,季 颖,姜 辉,等. 我国农药混配制剂登记现状分析[J]. 农药科学与管理,2015(7):20-25.

[10] 赵占周. 农药混配与复配制剂使用[J]. 西北园艺(果树),2017(1):9-10.

[11] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998.

[12] 吴如慧,李增平,陈礼浪. 木麻黄茎腐病病原菌的鉴定及其生物学特性测定[J]. 2019(2):334-347.

[13] 常红洋,王荣波,李本金,等. 防治荔枝霜疫霉病的药剂筛选及田间应用[J]. 农药,2018,57(2):137-139.

[14] 阙海勇,蒋军喜,邓国辉,等. 5 种杀菌剂对车前草菌核病菌的毒力测定和田间药效试验[J]. 江西农业大学学报,2009,31(1):82-84.