案例五　9种杀菌剂对柠檬疮痂病的药效试验

贺字典

一、案例材料

柠檬疮痂病是由柑橘疮圆孢(*Sphaceloma fawcettii* Jenk)引起的一种真菌病害，是柠檬上的重要病害之一。柠檬疮痂病主要侵染叶、梢、果的幼嫩组织。在叶片上初期为油渍状的黄色小点，接着病斑逐渐增大，颜色变为蜡黄色。后期病斑木栓化，多数向叶背面突出，叶面则凹陷，形似漏斗。严重时叶片畸形或脱落。嫩枝被害后枝梢变短，严重时呈弯曲状，但病斑突起不明显。花器受害后，花瓣很快脱落。果实上发病症状在谢花后不久即可出现，开始为褐色小点，以后逐渐变为黄褐色木栓化突起。幼果严重时多脱落，不脱落的也果形小，皮厚，味酸甚至畸形。果实小畸形、易落，品质变劣，严重影响产量及其商品性，造成严重损失。

目前对柠檬疮痂病的防治尚未见到相关报导。参见柑桔疮痂病的防治方法，在生产上除了加强栽培管理和苗木消毒后，主要措施是药剂防治，生产中防治柑桔疮痂病的药剂主要有可杀得、大生和施保克，80%WP大生600倍、70%安泰生600倍、绿菌铜、波尔多液、多菌灵、甲基托布津、代森锰锌等。因此，在目前缺乏抗病品种的情况下，对柠檬疮痂病最直接、有效的防治方法还是药剂防治，为筛选出对柠檬疮痂病具有较强抑菌作用的安全、经济、高效的杀菌剂，在对昌黎碣石山花卉种植区调查柠檬病害的基础上，选用了9种杀菌剂进行室内药效试验，以期筛选出防治效果较好的药剂，为生产上有效地防治柠檬疮痂病提供理论依据。

二、案例分析

（一）柠檬发病情况调查

调查方法：随机选取三个花棚，采用五点取样法定点调查，其他花棚采用随机调查方法，根据棚内花的位置随机抽样调查。

调查内容：调查柠檬病害发生情况及其栽培管理方式，总结病害发生原因，根据其发病因和栽培管理方式提出预防病害的措施。

（二）供试病株

从秦皇岛市昌黎县碣石山花棚随机选取二十株柠檬疮痂病病株作为供试病株。

（三）供试药剂

0.5%波尔多液半量式(实验室自制)；72%农用链霉素可溶性粉剂(青岛信化工科技有限公司)100倍；80%烯酰吗啉水分散粒剂(陕西蒲城县美邦农药有限责任公司)500 倍液；35%克得灵可湿性粉剂[住友化学(上海)有限公司]100 倍液；80%代森锌 WP 水分散粒剂(山东省植物保护总站服务部)100倍液；50%异菌脲水分散粒剂(山东省植物保护总站服务部)300 倍液；50%乙霉威(西安美邦药业有限公司)300 倍液；64%克露可湿性粉剂(美国杜邦公司)500 倍液；10%多抗霉素(宝胜)粉剂[北京大北农集团绩溪农华生物科技有限公司]100 倍液。

（四）试验设计

1、处理

0.5%波尔多液半量式、72%农用链霉素 100 倍液 50%乙霉威 500 倍液、80%代森锌 100 倍液、50%异菌脲 300 倍液、80%烯酰吗啉 500 倍液、64%克露 500 倍液、10%多抗霉素 100 倍液、35%克得灵 100 倍液，每个处理 3 次重复。以喷清水作为对照(ck)。

2、施药时间和次数

药剂防治试验从柠檬出现病斑时开始进行，喷药前调查病情指数，每隔 7 天施一次药共施三次，于 2009 年 11 月 17 日施第一次药、2009 年 11 月 24 日施第二次药、2009 年 12 月 1 日施第三次药。

3、施药方法

采用喷雾方法，将供试药剂按设计浓度进行稀释，配好后分别用喷壶喷雾，均匀喷洒在供试病

株上，正反面均喷匀，以叶片不滴水为宜，每株柠檬病株喷一种药剂，每种药剂 2 次重复，即每种药剂喷两株病株，对照喷清水。

4、调查方法和分级标准

4.1 调查方法分别于施药前和施药后调查供试柠檬叶片发病情况，按照以下分级标准统计柠檬叶片的病级，计算病情指数和防治效果。

4.2 病情指数分级标准

参照文献[10]疮痂病分级标准，计算病情指数。

0 级：无病斑；

1 级：每个叶片有 1~3 个病斑；

3 级：每个叶片有 4~10 个病斑；

5 级：每个叶片有 11~15 个病斑；

7级：每个叶片有16~20个病斑；

9 级：每叶有 21 个以上病斑。

4.3 **调查时间和次数** 分别于施药前柠檬疮痂病病情基数调查、第一次施药后 7 d、第二次施药后 7 d、第三次施药后 7 d 再分次调查各处理的药效，试验共调查四次。

4.4 **药效计算方法**

$$病情指数(\%)=\frac{\sum(各级病叶数\times相应级数值)}{调查总叶数\times最高病级数}\times 100$$

$$相对防效(\%)=\frac{对照区病情指数-处理区病情指数}{对照区病情指数}\times 100$$

（五）结果与分析

1、柠檬病害情况调查

表 1 柠檬病害调查

地点	调查内容
1	1、柠檬病害发生情况：疮痂病发病 2、花棚栽培管理情况：（1）繁殖方式：扦插；（2）用土：含基肥的沙土；（3）施肥：基肥；（4）浇水：一天一次，浇水量多，从花上部喷浇；（5）光照：根据季节适当调节光照；（6）温度：控制在 25 摄氏度左右；（7）管理：通风口少，通风不顺畅；（8）病虫防治：两天清园一次，清理病叶并剪去病梢病叶，并全部烧毁，每周喷一次药剂防治病虫害。 3、发病原因：（1）疮痂病发病的温度范围为 15~30℃，最适为 20~28℃。温度和湿度决定发病，通风不畅湿度大,高湿易感病；（2）病菌可以借风、雨和昆虫传播，叶片有病斑，浇水方式使病菌随水流飞溅传播引起流行 4、预防措施：采用以化学防治为重点的综合防治：①药剂防治喷药保护的重点是嫩叶和幼果，在春梢新芽萌动至芽长 2 毫米前喷药保护春梢，在谢花 2/3 时喷药保护幼果。药剂可选用：0.5%~0.8%倍量式波尔多液， 50%多菌灵可湿性粉 1000 倍，70%甲基托布津可湿性粉剂 800 倍液②适宜的环境条件，加强肥水管理，及早预防其他病虫，促树势健壮，新梢抽发整齐，可增强抗病力。③扦插繁殖时，选用无病苗木，减少菌源，结合修剪，剪除枯病枝叶和过密郁闭枝条，并清除地面枯枝落叶，减少初侵染来源。

2	1、柠檬病害发生情况：没感病 2、花棚栽培管理情况：（1）温度：控制在 28 摄氏度左右，通风好；（2）施肥：两周施一次复合肥；（3）浇水：一天一次直接浇土上，浇水量根据缺水情况加减；（4）病虫防治：一天清理一次棚内落叶，及时修剪病叶并消毁，花按种类和大小分类管理两周喷一次杀虫和杀菌剂；（5）繁殖方式：扦插；(6)用土：含基肥的沙土 3、无病原因：合理的管理方式减少了发病 4、预防措施：在原有基础上结合化学防治加强管理
3	1、柠檬病害发生情况：无 2、花棚栽培管理情况：(1)温度：控制在 30，常通风；(2)浇水：用水管喷浇每天上午浇一次，从花上部浇；(3)用土：用含有基肥的沙皮土种花；(4)施肥：一月施一次复合肥或上麻酱渣；(5)病虫防治：综合管理，一天清理一次棚内落叶并销毁保持棚内清洁，两周喷一次多菌灵杀菌剂防治病害；(6)繁殖方式：扦插；(7)光照：根据花的喜光程度调整。 3、无病原因：合理的管理方式减少了发病 4、预防措施：加强栽培管理，适宜的环境条件，适时喷药保

调查结果(表 1)表明：柠檬对疮痂病的抵抗力很弱，温度和湿度影响本病的发生流行，此病在低温多湿时易发生。要根据“预防为主，防治结合”的植保方针进行管理。根据柠檬适宜的环境条件进行栽培管理，具体的栽培措施如下：

(1)繁殖：家庭盆栽柠檬的繁殖，一般采用扦插法。

(2)用土：盆栽用土应配制成透水透气、保水保肥、微酸性培养土。

(3)施肥：上盆应施足基肥，生长期应薄肥勤施。如施液肥以充分发酵的饼肥水为好，饼水比为 1：200。北方水土偏碱，可在肥液中加入硫酸亚铁。柠檬开花前和挂果后，要每月施多元素花肥一次。

(4)浇水：柠檬在生长期需要较多的水分，但不能积水否则会造成烂根。浇水忌忽多忽少。一般春季是抽梢展叶、孕蕾开花的时期，要适量浇水。晚秋与冬季是花芽分化期，盆土则要偏干。

(5)光照：柠檬为喜光植物，夏季要适当遮阴，阳光过分强烈，会造成生长发育不良。

(6)温度：柠檬适宜生长的年平均气温在 15 ℃上，最佳生长温度在 23~29 ℃之间，超过 35 ℃停止生长，-2℃会造成冻害。柠檬夏季一般不需降温。在霜降前入室，清明后出室，可安全越冬。

(7)修剪：在春季结合换盆进行修剪，剪去内向枝、病弱枝和徒长枝。夏季应对不结果的过长枝进行短截，抹去结果枝上的夏梢，以利植株挂果。

(8)病虫防治：对该病的防治主要采取以搞好清园及加强管理的基础上，重点做好药剂防治工作。①喷药保护：由于病菌只侵染幼嫩组织，喷药目的是保护新梢及幼果不受为害，因此喷药保护要抓早、抓好。一般要喷 2 次药，第一次在春芽萌动至长 1~2 mm 时，第二次是在落花三分之二时，以保护幼果。防治效果较好的药剂有 75%百菌清可湿性粉剂 500~800 倍液，50%托布津可湿性粉剂 500~600 倍液，70%甲基托布津可湿性粉剂 1000~1200 倍液，50%多菌灵可湿性粉剂 600~800 倍液，0.5%波尔多液。②加强栽培管理，减少菌原：结合修剪，剪去病梢病叶，并加以烧毁，以消灭病菌，同时应剪去虫枝、弱枝、阴枝，使植株通风透光良好，降低湿度，喷洒一次 0.5 度波美石硫合剂。

2、杀菌剂筛选

试验结果(见表2、表3、表4)表明，施药前(2009年11月16日)9个处理的柠檬疮痂病发病情况基本一致，病情指数均在0.17%~0.20%间。但施用药剂后，施药与否的柠檬病株发病情况差别较大。第1次用药后7d (2009年11月24日)、第2次用药后7 d(2009年12月01日)和第3次用药后7 d(2009年12月08日)的调查结果显示：均以清水对照发病最重，9个用药处理中防治效果从高到低依次为80%代森锌100倍液、50%乙霉威500倍液、10%多抗霉素100倍液、50%异菌脲300倍液、72%农用链霉素100倍液、0.5%波尔多液半量式、35%克得灵100倍液、80%烯酰吗啉500倍液和64%克露500倍液。变量分析结果：见表2、表3、表4。

表 2 第一次施药后 7d 九种药剂对柠檬疮痂病的防治效果

药剂	药前病情指数	药后 7d 病情指数(%)		平均病情指数(%)	相对防效(%)		平均防效(%)
	(%)	1	2		1	2	
波尔多液	17.32	18.14	19.72	18.93	21.47	29.06	25.27c C
农用链霉素	18.87	16.19	17.62	16.91	29.91	36.62	33.27bc ABC
乙霉威	17.59	12.46	13.19	12.46	46.06	52.55	49.31ab AB
代森锌	17.48	10.00	12.47	11.24	56.71	55.14	55.93aA
异菌脲	18.08	17.50	15.71	16.61	24.24	43.49	33.87bc ABC
烯酰吗啉	18.49	15.07	22.97	19.02	34.76	17.37	26.07c BC
克露	18.84	16.21	21.34	18.78	29.82	23.24	26.53c BC
多抗霉素	16.43	12.28	13.73	13.01	46.84	50.61	48.73ab ABC
克得灵	18.57	15.91	16.75	16.33	31.13	39.74	35.44bc ABC
ck	19.7	23.1	27.8	25.45			

注：小写字母表示5%显著水平，大写字母表示1%极显著水平。

第1次施药后7 d调查结果(表2)表明，9个药剂防效极显著高于对照，其中防效最高的是80%代森锌100倍液，其次是乙霉威500倍液和10%多抗霉素100倍液，防治效果依次为55.93%、49.31%和48.73%，它们之间没有显著差异，但80%代森锌100倍的防效显著高于其他6个药剂处理的防效，而乙霉威500倍和10%多抗霉素100倍的防效只与80%烯酰吗啉500倍、64%克露500倍和0.5%波尔多液半量式的防效差异显著。

第2次施药后7 d调查结果(表3)表明，每个药剂的防效均有不同程度的提高，防效极显著高于对照，防效排在前三位的依次是80%代森锌100倍液、50%乙霉威500倍液和10%多抗霉素100倍液，防治效果分别为58.83%、55.20%、46.16%。它们三者间防效差异不显著，但80%代森锌100倍防效和50%乙霉威500倍防效显著高于其他6个药剂处理的防效，而10%多抗霉素100倍显著高于异菌脲和克得灵。

表 3 第二次施药后 7d 九种药剂对柠檬疮痂病的防治效果

药剂	病情指数(%)		平均病情指数(%)	相对防效(%)		平均防效(%)
	1	2		1	2	
波尔多液	20.31	21.90	21.11	31.15	37.25	34.20bc BC
农用链霉素	20.88	20.95	20.92	29.22	39.97	34.6bc BC
乙霉威	14.89	15.72	15.31	55.29	55.10	55.20a AB
代森锌	12.65	13.77	13.21	57.12	60.54	58.83a A
异菌脲	18.21	28.57	23.39	38.27	18.14	28.21c C
烯酰吗啉	16.79	25.16	20.98	43.08	27.91	35.50bc BC
克露	17.49	23.34	20.42	40.71	33.12	36.92bc ABC
多抗霉素	15.36	19.41	17.39	47.93	44.38	46.16ab ABC
克得灵	20.06	24.97	22.52	32.00	28.45	30.23c C
ck	29.50	34.90	32.20			

注：小写字母表示5%显著水平，大写字母表示1%极显著水平。

第3次施药后7 d调查结果(表4)表明，各药剂防效均与对照达极显著差异，防效最好的仍是80%代森锌100倍药剂，防效为55.89%，与50%乙霉威500倍液和10%多抗霉素100倍液间防效差异不显著，其防效显著高于其它6种药剂的防效，50%乙霉威500倍液和10%多抗霉素100倍液与0.5%波尔多液半量式间防效差异不显著，但与其他5个药剂差异显著。

表 4 第三次施药后 7 d 九种药剂对柠檬疮痂病的防治效果

药剂	病情指数(%)		平均病情指数(%)	相对防效(%)		平均防效(%)
	1	2		1	2	
波尔多液	21.55	22.14	21.85	37.9	43.09	48.52bcd ABC
农用链霉素	23.90	24.18	24.04	31.12	37.86	34.4cdABC
乙霉威	15.67	17.14	16.41	61.72	55.95	55.4abAB
代森锌	15.56	16.88	16.22	55.16	56.62	55.89a A
异菌脲	18.79	25.71	22.25	45.85	33.92	39.89cdABC
烯酰吗啉	18.96	29.56	24.26	45.36	24.02	34.69cdABC
克露	24.07	27.35	25.71	30.63	29.71	30.17dC
多抗霉素	16.74	20.59	18.67	51.76	47.08	49.42abcABC
克得灵	21.09	27.57	24.33	39.22	29.14	34.18dC
ck	34.7	38.91	36.81			

注：小写字母表示5%显著水平，大写字母表示1%极显著水平。

（四）结论

9种药剂对柠檬疮痂病防效从高到低依次是80%代森锌100倍液、50%乙霉威500倍液、10%多抗霉素100倍液、50%异菌脲300倍液、72%农用链霉素100倍液、0.5%波尔多液半量式、35%克得灵100倍液、80%烯酰吗啉500倍液和64%克露500倍液，防效分别为56.88%、53.30%、48.10%、34.95%、34.12%、33.32%、33.28%、32.08%、31.21%。三次试验结果中80%代森锌100倍液、50%乙霉威500倍液和10%多抗霉素100倍的药剂防效差异均不显著，80%代森锌100倍液的药剂防效显著高于50%异菌脲300倍液、72%农用链霉素100倍液、35%克得灵100倍液、80%烯酰吗啉500倍液和64%克露500倍的药剂防效。

疮痂病是柠檬病害中的一种重要病害，施用农药防病与否，差异比较明显。三次调查结果中，9个用药处理防效均显著优于对照，说明9个药剂对柠檬疮痂病均有一定的防效，其中80%代森锌100倍液的防效最好，其次是50%乙霉威500倍液、10%多抗霉素100倍液，建议在生产中防治柠檬疮痂病时，选择防效较好的药剂交替使用，避免疮痂病病菌产生抗药性。建议在种植柠檬时最好选用防效好、安全性高的用药处理进行防治。

柠檬疮痂病的发生与天气有很大的关系，施药期间的阴雨天气和温湿度会影响药效，施药后低温多湿，这可能是降低药效的一个原因，柠檬对疮痂病的抵抗力很弱，温度和湿度对疮痂病的发生流行都有决定性的影响，因此应根据天气情况和温湿度增加施药的次数。不同药剂防效差异也可能跟施药时期有关，不同时期防效不同，不同药液浓度也可能对防效有影响，这些都有待以后进一步试验。

本实验结果表明，80%代森锌100倍液对柠檬疮痂病的防效最高，防效为56.88%，有报道表明，绿菌铜600倍和800倍浓度对柑桔叶片疮痂病的防治效果均在72%以上，据杨秀娟报道，在柑桔疮痂病发病前喷施一种新型杀菌剂80%大生WP，防治效果达87.5%以上，明显高于发病后喷施绿菌铜的防治效果，两种药剂的防效明显高于试验中9种药剂的防效，几种药剂的防效差异大，可能与施药时间不一致有关，9种药剂的防治是在发病后进行的。

此试验中，波尔多液是一种保护性药剂，根据此类药剂的特点，应该在发病之前或发病最初使用，在发病前或发病初期施药效果更理想；如果发病较普遍时使用，就会严重影响防治效果。发病后建议使用内吸性杀菌剂(如甲基托布津)。

药剂防治效果不好的原因还可能跟选择的药剂种类有关，不同的药剂防治的病原菌不同。很多植物都有疮痂病，引起疮痂病的病原菌不同，有真菌的如柠檬、柑橘、桃树，也有细菌的如番茄疮痂病、辣椒疮痂病、冬枣疮痂病等，建议选择药剂时根据病原确定用药。

代森锌是一种保护治疗性广谱杀菌剂。可广泛用于果树、蔬菜、烟草、花卉、大田作物等经济作

物病害防治，在发病初期或发病前开始用药，效果会更理想；烯酰吗啉集保护、内吸、治疗于一体，对霜霉科和疫霉科的真菌具有很高的活性，广泛用于霜霉病、疫病、苗期猝倒病、烟草黑胫病等由鞭毛菌亚门卵菌纲真菌引起的病害防治，具内吸活性；克得灵具有内吸、预防和治疗作用，适用于防治葡萄、黄瓜、番茄、甜菜等多种作物上的灰霉病、菌核病、茎腐病等病害。异菌脲具有保护作用，也有一定的治疗作用，杀菌谱广，可以防治对苯并咪唑类内吸杀菌剂有抗性的真茵，主要防治对象为葡萄孢属、丛梗孢属、青霉属、核盘菌属、链格孢属、长蠕孢属、丝核菌属、茎点霉属、球腔菌属、尾孢属等弓I起的多种作物、果树和果实贮藏期病害；克露有治疗兼保护作用，主要防治鞭毛菌亚门真菌引起的霜霉病、疫病，茄果类、马铃薯等晚疫病等；多抗霉素是一种广谱性农用抗菌素类杀菌剂，具有很强的内吸渗透性，具有预防和治疗双重作用，对多种真菌有较好的防治效果，特别对对小麦白粉病、烟草赤星病、黄瓜霜霉病、人参黑斑病、甜菜褐斑病、水稻纹枯病、苹果早期斑点落叶病、林木枯梢病、梨黑斑病、花卉黑斑病等多种真菌性病害具有良好的防治效果；农用链霉素有内吸作用，可防治多种植物细菌和真菌性病害，防治大白菜软腐病，大白菜甘蓝黑腐病，黄瓜细菌性角斑病，甜椒疮痂病，软腐病，枣细菌性疮痂病等；乙霉威是一种非常独特的内吸性杀菌剂，具保护和治疗作用，药效高，持效期长，用于防治由葡萄孢属病菌引起的葡萄及蔬菜病害等，其中65%硫菌·霉威可湿性粉剂可防治柑桔灰霉病、疮痂病。

因此，根据病原类型和发病时期合理选择药剂很重要，建议以“预防为主，防治结合”的方针进行防治。

【问题】

1、调查中发现的柠檬管理措施哪些可以有效预防柠檬疮痂病的发生？

2、9种杀菌剂哪些是保护性杀菌剂？哪些具有内吸性？

3、9种杀菌剂的防治对象有何区别？

三、补充材料

1、柠檬疮痂病

（1）症状

柠檬原产喜马拉雅山东部地区,世界主产地为意大利、墨西哥、阿根廷、西班牙、美国和印度。在世界柑桔类果树中柠檬产量位居第三，年产量占柑桔总产的10%左右,其中中国柠檬产量占0.19%。柠檬作为重要的天然香料和食品、工业原料，在食品、医药、化妆品、日用化工等行业均有应用，发展柠檬生产其经济价值和市场潜力巨大。

疮痂病是目前柠檬生产中发生最普遍、危害严重的病害，根据调查结果，其年平均果发病率高达38.18%，病情指数达13.26，而在危害严重的果园，疮痂病果发病率高达90.00%，病情指数达42.50。该病主要危害嫩果及嫩梢，严重影响了柠檬果的品质,造成了较大的经济损失。柠檬谢花后幼果出现就开始受疮痂病为害，在果实上出现散生褐色突起病斑，使果皮组织坏死，呈现癣皮状剥落，引起幼果脱落或幼果畸形，降低坐果率。

图1 柠檬疮痂病症状

（2）防治方法

在柠檬刚刚谢花出现幼果时、幼果横径2~3厘米大小时、幼果开始迅速膨大时，必须各叶面喷洒一次800倍80%代森锌可湿性粉剂水溶液或600倍50%多菌灵可湿性粉剂水溶液、800倍70%甲基硫菌灵可湿性粉剂水溶液、1500倍50%苯菌灵可湿性粉剂水溶液、800倍70%丙森锌可湿性粉剂水溶液、800倍70%百菌清可湿性粉剂水溶液等进行防治，均匀喷湿树冠内外所有的枝叶和幼果，以开始有水珠往下滴为宜。在柠檬幼果膨大期间，注意检查柠檬树上的幼果，发现幼果的果面上出现凸起的疮痂状病斑时，就要每7~10天叶面喷洒一次上述杀菌剂进行防治，连续喷洒2~3次，并加入0.2%~0.3%磷酸二氢钾水溶液喷，以提高防治效果，并增强抗病能力，使患病果实加快恢复正常生长。

2、波尔多液

（1）杀菌原理

波尔多液是一种保护性的杀菌剂，当喷洒在植物表面时，由于其粘着性而被吸附在作物表面。而植物在新陈代谢过程中会分泌出酸性液体，加上细菌在入侵植物细胞时分泌的酸性物质，使波尔多液中少量的碱式硫酸铜转化为可溶的硫酸铜，从而产生少量铜离子（Cu^{2+}），Cu^{2+}进入病菌细胞后，使细胞中的蛋白质凝固。同时 Cu^{2+}还能破坏其细胞中某种酶，因而使细菌体中代谢作用不能正常进行。在这两种作用的影响下，即能使细菌中毒死亡。

$4CuSO_4 \cdot 5H_2O+Ca(OH)_2 \rightarrow [Ca（OH_2]3CuSO_4 + 3CaSO_4 + 2H_2O$

（2）生产上波尔多液的配制方法

硫酸铜和石灰乳母液的配制

母液 I：2%硫酸铜 200 mL。称取 4.0 g 硫酸铜，放入 250 mL 烧杯中，先加少量水，待硫酸铜晶体完全溶解后，再稀释到 200 mL，备用。

母液 II：2%石灰乳 200 mL。称取 4.0g 生石灰，放人 200 mL 烧杯中，加少量水，静置 15 min，不要搅拌，使其完全乳化成膏状，然后加水稀释，用纱布过滤，转移至 250mL 烧杯中，制成 2%石灰乳，备用。

按用水量一半溶化硫酸铜，另一半溶化生石灰，待完全溶化后，再将两者同时缓慢倒入备用的容器中，不断搅拌。也可用 10%～20%的水溶化生石灰，80%～90%的水溶化硫酸铜，待其充分溶化后，将硫酸铜溶液缓慢倒入石灰乳中，边倒边搅拌即成波尔多液。切记不可将石灰乳倒入硫酸铜溶液中，否则质量不好，效果较差。

具体步骤：

（1）先把配药的总用水量平均分为 2 份，1 份用于溶解硫酸铜，制成硫酸铜水溶液。1 份用于溶解生石灰，可先用少量热水浸泡生石灰让其吸水、充分反应，生成氢氧化钙（成泥状），然后再把配制好的石灰泥，过细箩加入到剩余的水中，配制成石灰乳（氢氧化钙水溶液）。

两种药液配制完成后不必立即兑制，可在容器内暂时封存，待喷药时现兑现用。配药时把两种等量药液同时徐徐倒入喷雾器内或另一容器内，边倒药液边搅拌，搅匀后随即使用。

如果用机械喷药，须一次性配制大量药液，可利用虹吸原理，把 2 条同等粗度、同等长度（长度必须超过容器高度的 2 倍以上）的细塑料胶管底部各系上小石块，分别沉入 2 种溶液的底部，后各自灌满溶液，用拇指封闭上端管口，同时拉出固定于位置较低的另 1 容器中，溶液会自行流出，调整管口溶液的流向，让其自行旋转，后插入喷雾器吸水龙头即可。

（2）用 10%的水配制石灰乳，制成氢氧化钙水溶液，用 90%的水溶解硫酸铜，制成硫酸铜水溶液，2 种药液暂时存放备用。喷药时须现配现用，按比例先把 1 份（10%）石灰水溶液倒入喷雾器内或另一容器内，再把 9 份（90%）硫酸铜水溶液徐徐倒入喷雾器中的石灰水溶液中，边倒药液边搅拌，搅拌均匀后随即使用。

石灰半量式：硫酸铜：生石灰：水=0.5：1：100，可用于葡萄、茄科和葫芦科等植物。

石灰等量式或多量式：硫酸铜：生石灰：水=1：0.5：100，可用于桃、苹果、柿、杏、李、梨等。

四、参考文献

[1] 施洪.柠檬主要病害的发生与防治[J].绿色植保,2009(1):12-16.

[2] 柑桔疮痂病的发生与防治[J].中国农村科技,1999,(9):19-23.

[3] 孙华阳.柑橘生产技术大全[M].北京:农业出版社,1990.

[4] 董连发.可杀得防治柑桔疮痂病[J].中国南方果树,1997,26(2):23.

[5] 杨秀娟,何玉仙,陈福如.80%WP大生M-45防治柑桔疮痂病药效试验[J].福建果树,2000,(1): 12~12.

[6] 叶琪明,李振,包环玉.施保克和NMF-9防治柑桔疮痂病试验[J].江西果树,1997,18(4):23~24.

[7] 陈道茂,黄振东,林荷芳.大生 M-45 防治柑橘疮痂病药效和适宜喷施次数试验[J].浙江柑橘, 2001 ,18 (1):22～24.

[8] 张利平,林荷芳,王海琴,蒲占胥.安泰生防治柑桔疮痂病田间药效试验[J].植保园地,2007,18(2).

[9] 肖爱萍,游春平,刘康成.绿菌铜防治柑桔疮痂病田间药效试验[J].江西植保,2004,27(3).

[10] 中华人民共和国国家标准.农药田间药效试验准则[M].北京:中国标准出版社,2000.

[11] 王传祥,英昌芹.番茄的发生规律及防治方法[J].吉林蔬菜,2008(4).

[12] 王自然,王绍华,杨建东,等.滇西湿热区柠檬疮痂病发生动态及周年防治效果初探[J].中国南方果树,2016(5): 40-41.