

知識分子之成為革命的
或革命的或反革命的
主要，在於其社會地位，
至其行結合否，良以心，
他們的社會地位之不同。

波尔多液与 石灰硫黄合剂

化学工业出版社

本书是农药知识小丛书中的一本，书中较详细地介绍了两种常用杀菌剂——波尔多液与石灰硫黄合剂的配制方法、性质、杀菌（有时是杀虫）的作用、防治范围、使用方法以及配制和使用中应注意事项等。

本书中所介绍的经验，对于实际使用的时间、地点、条件未必完全适用，因此，希望读者参阅本书后，在配制和使用时，一定还要根据当地实际情况先行试验或斟酌应用。

本书可供农村人民公社社员、干部、生产队技术员、农村知识青年以及从事植保工作的人员阅读。

农药知识小丛书

波尔多液与石灰硫黄合剂

* * *

化学工业出版社出版（北京天安门外前门里七区八号）

北京市书刊出版业营业登记证出字第120号

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：787×1092毫米 $1/32$ ，	1965年7月北京第1版
印张：1 $1/8$ 。	1969年12月北京第2次印刷
字数：20,000	印数：20,101—40,120
定价：（科一）0.09元	书号：15063·1164

毛主席语录

如果我们的农业能够有更大的发展，使轻工业相应地有更多的发展，这对于整个国民经济会有好处。农业和轻工业发展了，重工业有了市场，有了资金，它就会更快地发展。

《关于正确处理人民内部矛盾的问题》

目 录

第一章 波尔多液

- 一、波尔多液的历史 1
- 二、波尔多液的配制 2
- 三、波尔多液的性质、杀菌作用及其对植物的
 影响 7
- 四、波尔多液的应用 11
- 五、波尔多液的类似药剂 16

第二章 石灰硫黄合剂

- 一、石灰硫黄合剂的配制方法和配制时应注意
 事项 18
- 二、石灰硫黄合剂的性质、杀菌作用和药害
 问题 22
- 三、石灰硫黄合剂的应用 25
- 四、石灰硫黄合剂的防治效果 32

第一章

波尔多液

一、波尔多液的历史

波尔多液也叫石灰铜合剂或硫酸铜-石灰混合液，它是农业上常用的一种杀菌剂，可用来防治多种作物的病害，还可兼治几种虫害。

“波尔多液”这一名称，是从法国的城市波尔多而来的。波尔多市一带是盛产葡萄的地区，那里种植葡萄的人曾将靠近路边、篱旁的葡萄上喷洒一些硫酸铜溶液和石灰水，以防止被人盗窃。距今八十多年前，那个地区的葡萄遭受了严重的霜霉病灾害，有人发现凡是喷洒了硫酸铜和石灰的葡萄就可以免受这种病害的侵袭，于是就肯定了硫酸铜石灰混合液是一种防治葡萄霜霉病的良药，并把它叫做“波尔多液”。

这件事不久就引起了各国人们的注意和研究。以后又陆续发现，波尔多液可以防治的植物病害，远不止葡萄霜霉病一种，它的防治范围是很广泛的。而且由于它的颗粒极细，在植物上附着性好，不易被水溶解，又能不断发挥其作用，

所以几十年来，一直深受农民欢迎。

但是，波尔多液也有其重大缺点，就是它的原料硫酸铜中含有大量的铜，而铜在工业上及国防上又是重要物资，难以大量供作农药应用。因此，人们便去寻找能代替波尔多液的药剂，以便节约用铜。近年来，许多新的有机杀菌剂已能符合这种要求，波尔多液在各国应用才逐渐减少。但是尽管如此，它的应用仍很普遍；我国在果树和蔬菜等病害的防治上还是常用的。

二、波尔多液的配制

(一) 波尔多液浓度的表示方法 我国目前常用来表示波尔多液浓度的方法，有配合量表示法及百分数表示法两种。配合量表示法中各成份均用“斤”作重量单位。例如 1:1:100 这一配合量即表示波尔多液是用 1 斤硫酸铜、1 斤生石灰和 100 斤水配成的。用配合量来表示浓度，其优点是对波尔多液中各成份的份量可以一目了然。用百分数表示浓度的方法也常用，百分数是指硫酸铜用量来说的。例如，按硫酸铜 1 斤、生石灰 1 斤、水 100 斤配制的波尔多液，称为 1% 的波尔多液，又因为其中硫酸铜和生石灰的重量相等，也常称为等量式波尔多液。除此以外，还有石灰半量式（生石灰量为硫酸铜的一半），石灰倍量式（生石灰量为硫酸铜的一倍）的波尔多液。在各种表示法中，石灰用量一般是指生石灰的用量。如果没有生石灰，要用消石灰时，消石灰的用量要比生石灰多 $\frac{1}{3}$ 。因为生石灰变成消石灰时，大约吸收了原来重量的 $\frac{1}{3}$ 的水，使重量增加了。消石灰最好用刚消化不久的，因

为消化时间长了的消石灰含有碳酸鈣等杂质較多,品质較差。

(二) 波尔多液的配制方法 波尔多液是一种悬浮液,它很容易产生沉淀。配制得好的波尔多液因为里面所含的顆粒很細小而均匀,所以沉淀較慢,沉淀上面的清水层也較小。反过来,配得不好的波尔多液,沉淀就很快,沉淀上面的清水层也較大。波尔多液配制得好不好,直接关系到它防治病害的效果,所以是不能忽視的問題。

配制波尔多液时,硫酸銅液和石灰乳的配法和这二种液体的混合方法都会影响到波尔多液的质量。有人将同一配合量用不同的方法配制,比較它們的性能时,发现沉淀快慢及沉淀上面清水层的大小,差別很大。經許多人多次比較試驗的結果,認為下列的配制方法較好:

(1) 用一半的水配制硫酸銅液,一半的水配制石灰乳,以后,把这二种液体同时緩緩倒入第三个容器中,一面倒一面攪拌。用这种方法配成的波尔多液质量較好。不过需要三个容器及三个人进行操作。

(2) 用十分之一的水配制石灰乳,十分之九的水配硫酸銅液,然后把硫酸銅液緩緩加入石灰乳中,一面不断地攪拌。用这种方法配成的波尔多液质量也很好,而且只要两个容器, 1~2 个人操作就行了。所以这种方法比較簡便。

大規模而且經常配制波尔多液时,可以建造两个水泥池,其中的一个位置較高,在它的近底部装上龙头开关,让它通到另一个池子中(如图 1)。在位置較高的水池里用十分之九的水来配硫酸銅液,在下面的池子里用十分之一的水配制石灰乳,然后打开龙头,让硫酸銅液緩緩流入石灰乳中,并

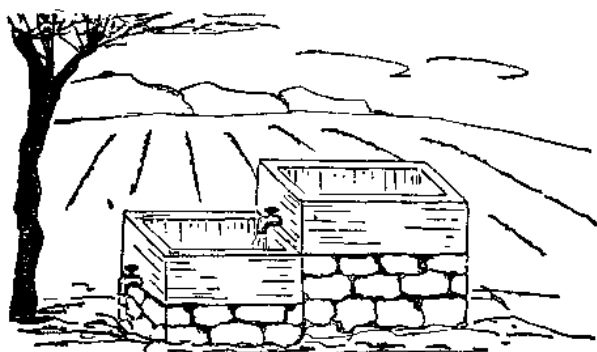


图 1 大规模配制波尔多液用的水泥池

不断用棍棒搅拌。

不管用上述哪一种方法，配制石灰乳时，最好先用少量热水加进生石灰里，等石灰发热化开后，再把其余的水加入。化得好的石灰乳里，是没有大颗粒渣子的。如果化得不好或石灰质量较差，则配成的石灰乳里有大颗粒渣子，这时可用纱布把它滤掉，以免在喷洒时堵塞喷头。

（三）粘着剂问题 波尔多液中是否要加粘着剂，这可以根据它在什么植物上应用来决定。波尔多液是粘着性及持久性较好的药剂，在许多作物上它都可以粘附得很好，所以一般不需要另外加粘着剂。只有在少数不易粘着的植物如葱、水稻等上面施药时，可以加些粘着剂，使它粘附得好些。常用的粘着剂有淀粉、酪素石灰、阿拉伯树胶、动物胶（明胶）、皂素及甲松皂等。淀粉的用量是每百斤波尔多液加淀粉（或面粉）1斤，酪素石灰的用量是每百斤波尔多液加42克（1

斤等于 500 克)；阿拉伯树胶的用量是每百斤加 25 克；动物胶的用量是每百斤加 21 克；皂素的用量是每百斤加 14 克；甲松皂是每百斤用半斤。甲松皂的配法是把 5 份松香溶化在 5 份甲醇中，等松香完全溶化后，加入一份氢氧化钾，当它成为粘胶状的时候就可以用了。

粘着剂的加法：除酪素石灰外，其他几种粘着剂均可将它们先用少量水溶化，再把水溶液加入波尔多液中。酪素石灰可先用少量波尔多液把它溶化，再加入其余波尔多液中混合即成。

(四) 配制时应注意事项目 (1) 原料要用品质好的，原料品质不好往往不能配出好的波尔多液。石灰要用洁白成块的生石灰，颜色灰暗及含石块的不好。好的生石灰加入水后很快就化开成细粉状。如果没有生石灰，要用新鲜的消石灰才好。浙江及福建沿海所生产的贝壳灰也可以代用，但配出的波尔多液质量要差得多。所以如果有石灰，最好不要用贝壳灰。硫酸铜可用工业品，以蓝色有光泽的较好。水要用清洁的软水（含矿物质少的水），例如清洁的河水及塘水（用河水及塘水时，最好先用布过滤一下，以免喷洒时其中杂质堵塞喷头）。有些井水、泉水中含有很多钙、镁等矿物质，是一种硬水（硬水可用肥皂来试，如果肥皂在水中不易起泡沫的，就是硬水）。硬水是不合用的。

(2) 配制波尔多液不宜用金属器皿，尤其不能用铁器，因金属器皿容易和硫酸铜起化学作用，使硫酸铜变质失效。以用木质、磁质及陶质器皿为宜。

(3) 当硫酸铜溶液与石灰乳的温度达到一致时再混合，

这样配成的波尔多液較好，可将二液配好，放冷后再混合。

(4) 波尔多液要現配現用，不能貯藏，因放置時間久了会变质失效。

(5) 硫酸銅液与石灰乳混合要慢慢地进行，且攪拌時間要长一些較好。

(6) 不可把浓的硫酸銅液和浓的石灰乳混合后，再加水冲稀，这样配成的波尔多液质量最差。

(五) 波尔多液的性能鑑別 上面說过良好的波尔多液沉淀慢，沉淀后上面的清水层小。这些性状只要把波尔多液放在玻璃器皿中，肉眼就可看出。我們現今所用的波尔多液一般都應該帶有碱性，因为根据試驗，当硫酸銅与生石灰的用量比例按重量計算达到 $1:0.166$ (即 $1:1/6$) 时，硫酸銅就可完全与石灰起作用了。而我們常用的波尔多液中生石灰的用量都比这一比例高，石灰是碱性物质，当它的用量多时，波尔多液就應該帶有碱性。假如帶有酸性，那可能是石灰品质差或其他原因，使得有部份硫酸銅不能和石灰起作用的緣故。硫酸銅本身是容易对植物产生药害的，如果拿这种帶有酸性的波尔多液 (即液中含有未能完全和石灰起作用的硫酸銅) 去噴洒植物，就容易引起药害。因此噴药前检查所配制的波尔多液是酸性或是碱性 (也就是检查硫酸銅是否已全部与石灰起作用) 是有必要的。常用的简单鉴别方法如下：

(1) 用光亮的小洋刀或光亮的鉄片 (注意不要鍍銀、鍍銘的) 浸在波尔多液中，片刻后取出，观察在刀面或鉄片表面有沒有銅沉积 (好象鍍了一层銅似的)，如果有銅沉积，就表示硫酸銅沒有完全和石灰起作用。如果銅沉积較多，这药

液就不合用，要再加些石灰乳混合至碱性后才能使用。

(2) 用石蕊試紙很容易鑒別藥液是酸性还是碱性。当我们用紅色石蕊試紙放在波尔多液中，如果变蓝色，就是碱性；反过来，如果用蓝色石蕊試紙放入藥液中，变紅色，就是酸性。如果波尔多液是酸性就不合用，要再加些石灰乳混合至碱性后才能使用。

三、波尔多液的性质、杀菌作用及其对植物的影响

(一) 波尔多液的性质 在配制波尔多液时，硫酸銅和石灰起了化学作用，生成一种叫做“碱式硫酸銅”^①的东西，这碱式硫酸銅是不溶解在水里的，它成为极小的顆粒悬浮在液体中。波尔多液放置以后，这碱式硫酸銅的顆粒就会沉淀下来。經過較長時間的放置，就会使沉淀产生結晶。波尔多液产生結晶后，它的性质就发生改变，在植物上的粘着力也降低。波尔多液之所以不能貯存，就是这个原因。

(二) 波尔多液的杀菌作用 波尔多液噴洒到植物上之后，其中的碱式硫酸銅就粘附在植物上，因为它是不溶解在水里的，所以不容易被雨水淋洗掉(大雨还是可以冲洗掉的)。碱式硫酸銅不能直接杀菌，它經過空气中的二氧化碳(碳酸气)及氨气的作用，变成了能溶解在水中的銅化合物以后，才能有杀菌作用。而且植物体及病菌身体中也可分泌一些物质使碱式硫酸銅变成可溶性的銅化合物而杀菌。碱式硫酸銅逐漸被作用，就逐漸产生可溶性的銅化合物。在这期間落到

① 波尔多液的化学組成是 $\text{CuSO}_4 \cdot x \text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot y \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot z \text{H}_2\text{O}$ ，其中数字 x, y, z 因配比和配制方法而有所不同。

植物上的病菌就会被杀死，这样就可以起到保护植物不受病菌为害的作用。波尔多液是一种良好的保护剂，其保护作用一般可維持两星期左右。波尔多液应该在病菌侵入作物之前施用，如果在植物生病以后再噴波尔多液，就只能防止病菌进一步蔓延为害，而对于已经侵入植物体内的病菌，它的效果較差。

至于这种可溶性的銅化合物是怎样起杀菌作用的呢？为了便于說明，我們先来談談病菌的一些性状。为害植物的病菌主要的有“真菌”和“細菌”两类，它們都属于低等植物，它們的个体大多很小，是由一个或多个細胞构成的。細胞的表面有一层膜叫細胞膜，这层膜对細胞非常重要，它可以使細胞保持一定的形状，而且可控制細胞内外物质的交流。細胞里面有一种胶体状态的、叫做原生质的东西，它的成份主要有蛋白质、脂肪和碳水化合物等；此外，还含有一些量虽很少，但对生命活动非常重要的东西，叫做酶。

可溶性的銅化合物侵入病菌的細胞内，可能是破坏了細胞中的蛋白质，从而破坏了原生质的胶体状态；也可能破坏了細胞中酶的活动，这样就可起到消灭病菌侵害的目的。蛋白质是生命活动的重要物质，酶又是控制生命活动的重要物质（从化学的角度看，它是一种“催化剂”），它們一旦被銅化合物破坏，細胞就要中毒或死亡。前面已談到病菌是由細胞构成的，細胞中毒或死亡就会引起病菌的中毒或死亡。

不同病菌对波尔多液的反应不一样，有的菌容易被杀死，有的菌抵抗性較强。霜霉菌（引起植物霜霉病的真菌）就容易被波尔多液杀死，銹菌（引起植物产生銹病的真菌）对波

尔多液抵抗性较强，所以用波尔多液防治霜霉病的效果往往较好些，防治锈病的效果差些。

(三) 波尔多液对植物的影响 (1) **波尔多液对植物的生长刺激作用**：波尔多液除了防治植物病害以外，有时还有刺激植物生长、增加产量的作用。这种刺激作用在不同的植物上表现不同，象对马铃薯这种作物，就比较容易表现刺激作用，而对另外一些作物就不容易表现。波尔多液的刺激作用是怎样产生的呢？这也是因为这种可溶性铜化合物的关系。原来，这种可溶性铜化合物当它的量较少时对植物起着微量元素肥料的作用，因为植物的生长发育过程中需要微量的铜作为营养物质。但如果这种可溶性铜化合物的量过多时，就会伤害植物了。

(2) **药害问题**：药剂对植物的伤害作用，我们叫它做“药害”。波尔多液使用不当时，就会引起对植物的药害。植物受了波尔多液的药害后，有时可以看到叶子及果实上有大小不同的焦枯色的斑点或麻斑，果实有时会变成畸形，叶片有时也会变得粗糙或较厚。如果在开花期间喷波尔多液，就会引起落花。

波尔多液引起植物药害的原因有两方面：

一方面是由铜的影响：上面已经提到，当碱式硫酸铜变成可溶性铜化合物的量较大时，就会对植物产生药害。发生药害的道理和可溶性铜化合物杀菌的道理一样。因为植物也是由许多细胞构成的，植物细胞和病菌细胞的性质很相似，细胞里面的蛋白质或酶也会受到铜的伤害而使细胞死亡。这些死亡了的细胞就表现出枯斑、斑点等现象。不过一般说起来引

起植物药害的药量需要比杀死病菌的药量高得多。所以一般所选用的能杀死病菌的药量，是不致引起对植物药害的。

药害另一方面的原因是石灰的影响，石灰是一种碱性物质，它可以和植物细胞中的脂肪类物质或植物表面的角质层起作用，使得叶片变厚或变粗糙。

不同的植物对波尔多液的反应不一样，有的易生药害，有的不易生药害。而且引起药害的原因也不一样，有的植物容易受铜的伤害，有的植物容易受石灰的伤害，现在把一些主要作物对波尔多液的反应列举如下：

(甲) 容易受石灰药害的作物有马铃薯、蕃茄、辣椒、瓜类、葡萄等。对这类作物要用石灰半量式或石灰少量式的波尔多液。

(乙) 容易受铜伤害的作物：有桃、李、白菜、大豆、小麦、苕荳、苕蒿等。对这些作物使用波尔多液特别注意。若需要使用，可在果树冬季落叶后或早春萌芽前应用。

(丙) 不易遭受铜伤害的作物有葡萄、柑桔、樱桃、茶、马铃薯、茄、辣椒、甘蓝、萝卜、西瓜、黄瓜、甜瓜、南瓜、葱、洋葱、姜、蚕豆、豇豆、菠菜、菜豆、小豆、苧麻、黄麻、稻、大麦等。但是如前所述，其中有一些却易受石灰药害，仍须注意。

在波尔多液的应用中，引起药害主要有下列一些原因：

(甲) 喷雾质量差：在喷雾的时候，没有很好地搅拌，以致浓度不均匀；或者是喷雾器的质量差，压力不够，以致药滴太大；或者是喷雾不细致，有的地方多，有的地方少，喷得多的地方就容易发生药害。这些都是产生药害的主要原因。

(乙) 应用浓度太高或配合量不当：浓度太高常会引起药害，特别在植物幼嫩时，用药更要稀些。对于易受铜伤害的作物最好不用波尔多液，可改用其他药剂。对于易受石灰伤害的植物，在配合量中石灰的比例要小些。

(丙) 作物生长情况：作物生长早期，或者叶面有虫伤或者其他机械损伤，就容易发生药害。

(丁) 阴雨天气，较容易发生药害：因雨水中含有的二氧化碳（碳酸气）及氨气，可以使大量的碱式硫酸铜变成可溶性的铜化合物，这可溶性的铜化合物一多，就容易发生药害。

虽然使用波尔多液不当，会造成药害，但只要我們掌握了药剂的性能，正确地使用它，就可以避免药害的发生，达到防病保产的目的。

四、波尔多液的应用

(一) 防治对象和用药浓度 波尔多液主要用作保护剂，它在植物生病前喷，效果较好。波尔多液可防治的病害很多，如稻瘟病，棉花的多种叶斑病、炭疽病（图2），马铃薯晚疫病，黄瓜霜霉病，葡萄霜霉病（图3），苹果早期落叶病，柑桔疮痂病，以及多种果树、蔬菜上的各种叶斑病等。它适用的作物很广，除上面所说容易受铜伤害的作物外，许多作物上都能用。根据不同作物，不同病害，可采用不同浓度加以防治。常用的最低限度浓度如下：

防治稻瘟病、稻胡麻斑病用0.5:1:100~150的波尔多液；

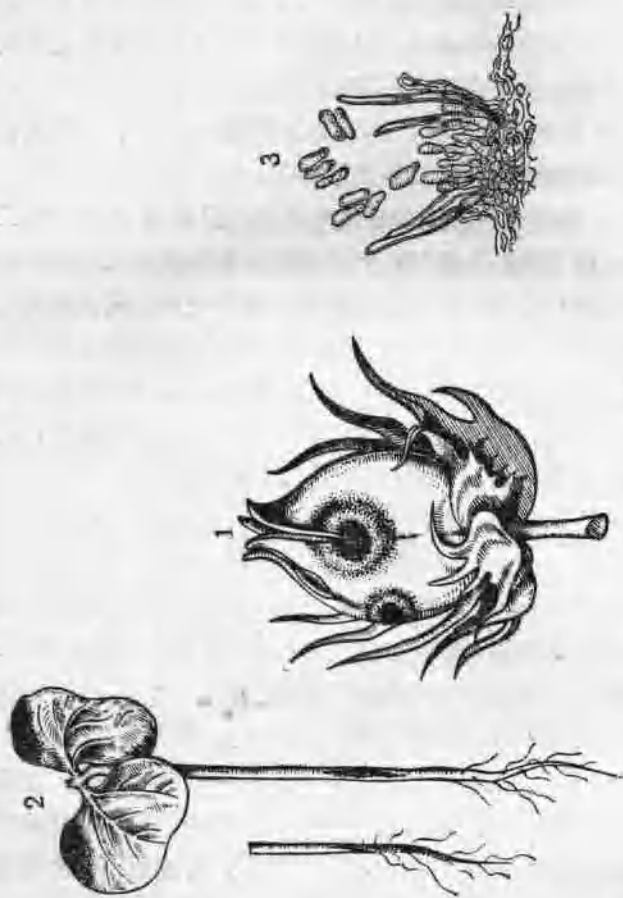


图 2 棉花炭疽病

1—棉铃的症状；2—棉苗的症状；3—病原菌放大

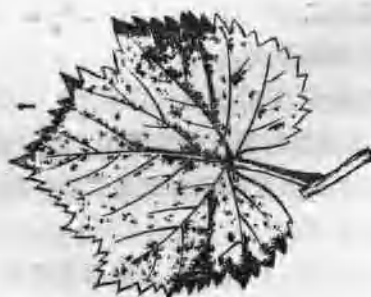


图 3 葡萄霜霉病
1—叶正面症状；2—叶背面症状；3—病原菌放大