

中国植物病害 化学防治研究

(第五卷)

周明国 主编

顾宝根 梁桂梅 陈长军 副主编

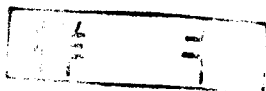
A stylized, light blue illustration of a plant with large, rounded leaves and a thin, curving stem with small leaves, positioned on the left side of the cover.

中国农业科学技术出版社

中国植物病害化学防治研究

(第五卷)

周明国 主 编
顾宝根 梁桂梅 陈长军 副主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国植物病害化学防治研究 (第五卷) / 周明国主编. — 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006.7

ISBN 7-80167-976-8

I. 中… II. 周… III. 植物病害—药剂防治—研究—中国 IV. S432

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 068708 号

责任编辑
责任校对
出版发行
经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

冯凌云

贾晓红

中国农业科学技术出版社 邮编: 100081

新华书店北京发行所

北京华正印刷有限公司

787mm × 1092mm 1/16 印张: 21.25

1 ~ 800 册 字数: 450 千字

2006 年 7 月第 1 版, 2006 年 7 月第 1 次印刷

60.00 元

内容提要

本书编辑了中国植物病理学会化学防治专业委员会第五届中国植物病害化学防治学术研讨会交流的部分论文 76 篇。其中报道了甲氧基丙烯酸酯类杀菌剂、麦角甾醇生物合成剂及苯并咪唑类杀菌剂的生物类及其应用技术研究进展。特别是反映了最近国内杀菌剂化学合成、生物农药和天然物农药的研究动态,大量报道了一些疑难植物病害和经济作物病害的防治中存在的抗药性、植物检疫、药效分析、对环境和农产品质量的影响等问题。充分反映了近两年来中国农药和植物病害化学防治研究的最新成果和新进展。该书对从事植物保护和农药学科教学、科研、技术推广和农药开发、生产和经营等科技工作者具有实用和参考价值。

《中国植物病害化学防治研究》

编委会

主 编 周明国

副主编 顾宝根 梁桂梅 陈长军

编 委(以姓氏笔画为序)

王文桥	王建新	区越富	司乃国
刘 勇	宋玉立	刘西莉	吴新平
时春喜	祁之秋	张敦阳	李 明
李子钦	李明立	陆 凡	陈 杰
陈长军	周明国	赵廷昌	胡昌弟
高同春	徐大高	顾宝根	郭井泉
耿贺利	梁桂梅	廖金玲	

中国植物病理学会化学防治专业委员会

第二届委员会组成名单

主任委员	周明国	南京农业大学植物保护学院
副主任委员	顾宝根	农业部农药检定所
	梁桂梅	全国农业技术推广服务中心
委 员	王文桥	河北省农林科学院植物保护研究所
	区越富	先正达（中国）投资有限公司
	司乃国	沈阳化工研究院农药生物测定中心
	刘 勇	湖南省农业科学院植物保护研究所
	刘西莉	中国农业大学
	宋玉立	河南省农业科学院植物保护研究所
	吴新平	农业部农药检定所
	时春喜	西北农林科技大学植物保护学院
	张敦阳	江苏省农药检定所
	李 明	贵州大学农学院
	李明立	山东省植物保护总站
	陆 凡	江苏省农业科学院植物保护研究所
	陈 杰	浙江省化工研究院生物测定中心
	周金玉	云南省植物保护总站
	赵廷昌	中国农业科学院植物保护研究所
	胡昌弟	湖南省农药检定所
	高同春	安徽省农业科学院植物保护研究所
	徐大高	华南农业大学资源环境学院
	郭井泉	拜耳作物科学开发部
秘 书	陈长军	南京农业大学植物保护学院

前 言

《中国植物病害化学防治研究》(第五卷)如期与广大读者见面了。本书是中国植物病理学会化学防治专业委员会主办的“第五届中国植物病害化学防治学术研讨会”的论文汇编。作为编者,我要十分感谢所有作者积极为本次会议投稿,为及时出版《中国植物病害化学防治研究》(第五卷)创造了条件。纵观《中国植物病害化学防治研究》1~5卷,我们可以看出,许多作者对每一届会议都十分关心和支持,积极交流他们的研究成果和思想,已经成为我国植物病害化学防治学术研究的主要骨干;我们也非常高兴地看到,每一届会议都有新生力量加入,为我们继续办好会议增强了信心。

中国植物病害化学防治学术研讨会的主办宗旨是交流与植物病害化学防治有关的科学领域所取得的最新科学发现和研究成果,为来自全国各地的植物病害防治科技工作者提供一种自由的学术论坛,反映我国目前在植物病害化学防治研究方面的热点问题和研究现状及水平。然而,与发达国家相比,我国植物病害化学防治的科技水平还相当落后。主要表现在对植物病害化学防治研究的投入少、杀菌剂的单位面积使用量小、杀菌剂品种技术含量低、广大农民甚至有关农业管理部门对植物病害化学防治的意识还不高。我们定期举办植物病害化学防治学术研讨会、出版论文集的重要目的,就是要建立一个植物病害化学防治学术交流的正常机制,为工作在教学、科研、生产、推广、应用单位和部门的代表构建相互联系和合作的桥梁,希望有更多的科技工作者和更多的植物保护企业能够加入到植物病害化学防治研究的行列中来,切切实实地为建设创新型国家、建设社会主义新农村、推进中国植物病害化学防治的科技进步做出应有的贡献。

内蒙古农业科学院植物保护研究所和内蒙古植物保护站自2004年11月12日获得本次会议承办权以来,为开好本次会议做出了很多努力,内蒙古科协也为本次会议邀请外国专家给予了大力支持,先正达(中国)投资有限公司自2000年第三届会议以来设立了“先正达优秀论文奖”,对提高会议交流论文的学术水平起到了重要的促进作用,在此一并致谢。

周明国

2006年6月30日

目 录

常见杀菌剂的药害及其控制技术基础	周明国 (1)
中国创新杀菌剂研发进展	刘君丽 (8)
杀菌剂抗药性分子机制研究进展	马忠华 (15)
农药使用中的分散体系和运动规律	袁会珠等 (25)
我国玉米丝黑穗病的研究进展	周小刚等 (35)
国内已登记的防治几种重要农作物病害的杀菌剂品种	袁善奎等 (40)
柑橘溃疡病化学药剂防治研究进展	任建国 (47)
稻瘟病化学防治的历史与现状	张传清等 (56)
新杀菌剂丁香菌酯生物活性及评价	司乃国等 (66)
三环唑对稻瘟病菌孢子萌发过程中次级物质产生的影响	张传清等 (74)
小麦赤霉病的发生流行与毒素产生相关关系	樊坪升等 (83)
一种具有镰刀菌专化性抗菌活性的新型杀菌剂 JS399-19	李恒奎等 (90)
抗氰烯菌酯的不谷镰刀菌 <i>nit</i> 突变体适合度研究	陈 雨等 (96)
农作物病原近缘种共生的影响因素	李子钦等 (102)
微管的生物学特性与微管靶点药物	毕朝位等 (110)
抗菌蛋白质的研究进展	刘永峰等 (123)
Study on Resistance of <i>Magnaporthe grisea</i> to Fungicides	Chuan-qing ZHANG 等 (131)
12.5%纹曲宁防治水稻稻曲病试验初报	沈素文等 (133)
8%宁南霉素 AS 对水稻条纹叶枯病控制效果试验	周群喜等 (136)
不同灰飞虱虫量对水稻条纹叶枯病损测定及其发病的相关性研究	张银贵等 (139)
戊唑醇对水稻稻曲病的毒力测定及田间药效试验	汪汉成等 (142)
稻穗瘟发生规律及 52% 稻无瘟的开发应用	丁 旭等 (145)
0.5% 菇类蛋白多糖水剂防治水稻条纹叶枯病	赵玖华等 (148)
水稻叶黑粉病药剂防治研究	徐劲峰 (150)
先净防治后季稻灰飞虱试验效果	张银贵等 (152)
水稻条纹叶枯病重发原因及药剂防治技术探讨	顾庆红等 (154)
放线菌次生代谢产物对水稻恶苗病的抗菌活性筛选	尚 慧等 (157)
Preliminary Study on the Species Diversity and Sensitivity to Carbendazim in <i>Fusarium</i> from Chinese Barely	Yang Xiaojun 等 (162)
硫酰氟对尖镰刀菌的控制效果评价	李 园等 (164)
几种甲氧基丙烯酸酯类和苯氧基唑啉类药剂对小麦白粉病的室内防治 效果	周益林等 (168)
全蚀灵 1 号拌种防治小麦全蚀病试验研究	杨凤琪等 (169)
30% 克菌宝 WP 防治小麦赤霉病田间药效试验	汪永祥等 (173)
杀菌剂对小麦黑胚病的防治效果	宋玉立等 (175)
创制杀菌剂氰烯菌酯 (JS399-19) 的应用研究	刁亚梅等 (178)

实时定量 PCR 技术在油菜菌核病菌对多菌灵抗药性监测中的应用研究	赵 伟等 (179)
10 种杀菌剂对玉米弯孢叶斑病菌的离体毒力测定	王 波等 (181)
鲁西地区玉米弯孢叶斑病发生原因及防治对策	徐洪明等 (186)
几种抗病毒制剂对玉米病毒病的防控效果	尚佑芬等 (188)
2.5% 适乐时悬浮种衣剂防治大豆根腐病试验	刘顺通等 (190)
两种杀菌剂对白僵菌的毒性测定	刘长营等 (192)
Impact of Fungicide Resistance in Plant Pathogens on Crop Disease Control	Hideo ISHII (194)
二硫氰基甲烷对番茄根结线虫防治研究	祁之秋等 (195)
苹果树腐烂病发生规律及化学防治研究	时春喜等 (201)
丙环·多防治苹果轮纹病研究	周增强等 (206)
天津地区苹果轮纹病防治技术	刘晓琳等 (209)
几种杀菌剂对梨黑星病的田间防效研究	叶菁华等 (211)
氧化亚铜水分散颗粒剂防治荔枝霜疫霉病试验	黄思良等 (213)
噬菌酯对荔枝霜疫霉菌不同发育阶段的生物活性	潘汝谦 (218)
几种杀菌剂对香蕉枯萎病菌的毒力及防病效果	杨秀娟等 (222)
25% 阿米西达 SC 防治葡萄霜霉病研究	吴玉星等 (227)
几种杀菌剂对番茄叶霉病的敏感性测定	郝永娟等 (231)
番茄细菌性病害防治试验研究	崔元玗 (236)
几种杀菌剂对番茄叶霉病菌抑菌效果研究	刘春艳等 (242)
80% 美生 WP 对番茄早疫病防治效果研究	陆汉良等 (245)
几种渗透剂对番茄早疫病菌的直接抗菌作用及其对苯醚甲环唑的活性影响	王海强等 (247)
几种生物杀菌剂对番茄灰霉病的防效研究	李红霞等 (250)
0.3% 苦·小檗碱·黄酮水剂防治辣椒病毒病的研究	张武军等 (254)
吡唑醚菌酯在辣椒 3 种主要病害防治中的应用	谢圣华等 (258)
保护地青椒三种重要病害的发生特点及防治对策	杨秋萍等 (262)
2004 年河北省围场县马铃薯晚疫病菌 (<i>Phytophthora infestans</i>)	
对甲霜灵敏感性的测定	朱杰华等 (266)
四种新杀菌剂对大棚黄瓜霜霉病的防治效果研究	胡寿有等 (271)
几种杀菌剂防治黄瓜霜霉病的持效期及其残留量测定	马志强等 (273)
不同杀菌剂对黄瓜炭疽病菌的抑制作用	韩秀英等 (276)
植病灵 II 对西瓜氟乐灵药害的解除效应	邱孟斌等 (279)
翠贝对西瓜病害的药效研究	陆致平 (283)
几种三唑类杀菌剂防治保护地黄瓜白粉病研究	刘 峰等 (286)
50% 翠贝 DF 对节瓜白粉病的防治效果	方 峰等 (290)
茄子黄萎病内生防细菌筛选及其抑菌物质的初步研究	林 玲等 (294)
25% 阿米西达 SC 对山药 (<i>Dioscorea opposita</i> Thunb.) 炭疽病的防效研究	
初报	李术臣等 (295)
土壤放线菌农抗活性菌株的筛选	杨佩文等 (299)
五种常用杀菌剂对立枯丝核菌的室内药效测定	尚巧霞等 (303)

79)	竹焦油生物活性及复配制剂加工的研究	倪春耕等 (306)
81)	3株放线菌次生代谢产物对百合灰霉病和百合炭疽病的抗菌活性研究	刘树芳等 (313)
86)	防治红掌细菌性疫病生物菌剂筛选及应用	姬广海等 (317)
88)	莲藕腐败病的发病特点及其控制技术研究初报	张夕林等 (322)
90)	水稻条纹叶枯病重发原因及药剂防治技术	顾庆红等 (325)
92)	病毒钝化制剂对水稻条纹叶枯病控制效果试验	杨秋萍等 (328)

常见杀菌剂的药害及其控制技术基础*

周明国**

(南京农业大学植物保护学院, 中国植物病理学会化学防治专业委员会, 南京 210095)

杀菌剂在控制作物病害流行、确保粮食和食品安全、提高和改善人们的生活水平和质量、甚至在促进人类和社会发展等方面作出了有目共睹的巨大贡献。但是由于杀菌剂不同的作用机制, 对人畜、作物和环境的安全问题带来了不同程度的副作用。本文主要讨论因为杀菌剂的不正确使用对农作物造成的药害问题及其控制技术。

1 杀菌剂安全使用的基本概念

1.1 杀菌剂的选择性

杀菌剂的选择性是指杀菌剂对防治靶标与非靶标之间的活性差异程度, 这种活性差异的程度常用安全系数表示。

1.2 杀菌剂的安全系数

是杀菌剂对植物的安全程度。即作物对杀菌剂可忍耐的最高浓度与推荐使用浓度之比。理论上安全系数大于1时就能在生产上使用, 但是在实践中农药不可能十分精确地均匀使用, 其活性受各种因素影响。所以一般认为安全系数大于2.5时使用起来才比较安全。

1.3 影响安全系数的因子

影响安全系数的因子很多, 主要包括药剂类别及其性质、作物种类(单子叶和双子叶作物)及品种、作物生育期(营养生长和生殖生长)和生理状况、环境(湿、温度和酸碱度等)、土质和微生态体系等因子对安全系数的影响。

1.4 药害类型

一般按药害发生时间或症状性质分类。按药害发生时间可分为:

直接药害——施药后对当季作物造成药害;

间接药害——对下茬敏感作物造成药害, 如三唑类对下茬双子叶作物和敏感梗稻的生长抑制而表现的药害等。

按药害发生的症状可分为:

可见药害——可观察的形态上的药害。这是人们最容易发现的问题。

隐性药害——无可见症状, 但影响产量和品质。这种药害往往被人们忽视。如三唑类阻止叶面积增加, 减少总光合产物; 叶菜、果实变小, 产量下降; 可能使水稻穗小, 千粒重下降; 改变不饱和脂肪酸和游离氨基酸的含量、蛋白质减少等。此外, 日本研究发现有的杀菌剂虽然可以阻止病害发生, 但可能增加病菌毒素如赤霉病菌毒素的产生; 重金属杀菌剂也常影响作物光合作用和生殖生长, 使结实率下降。

* 江苏省科技攻关项目: BG2006328; BE2006304。

** 作者简介: 周明国(1954~), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事植物病害化学防治研究; E-mail: mgzhou@njau.edu.cn

1.5 药害症状

杀菌剂造成对植物的药害表型一般没有专化性,即一种杀菌剂没有专门或特殊的药害症状。往往不同的杀菌剂或不同类型的农药造成的药害症状相似,甚至与非农药引起的植物生长不正常表型相似。杀菌剂引起的植物药害症状常见的有以下几种。

发育周期改变——出苗、分蘖、开花、结果、成熟期推迟,生长缓慢;

缺苗——用杀菌剂进行土壤处理或种子处理如包衣、拌种、浸种等可能会降低发芽率,或发芽后不能出土枯死;

变色——失绿、花叶、黄花、叶缘叶尖变色、或根、果变色;

形态异常——改变果形、植株矮缩、不抽穗、花果畸形;

坏死——枯斑、枯萎等。

2 不同类型杀菌剂的药害及其控制策略

2.1 传统杀菌剂

传统杀菌剂的主要生物学特性:一般具有多作用位点,选择性较差,作用靶点在靶标和非靶标生物中没有差异或差异较小,或存在相同的靶点。传统杀菌剂的安全使用主要是利用药剂与病原菌接触而不与寄主植物细胞接触的位置差异,或者利用病原物与作物对药剂的忍耐程度差异,选择适当时期和适当方法合理使用剂量。为了避免药害,这种类型的杀菌剂必须不具有内吸性,常使用在植物表面蜡质层上阻止病菌侵入,保护植物不受侵染;或使用在寄主植物以外,消灭侵染来源。所以,传统杀菌剂防治植物病害只具有保护作用,没有治疗作用。传统的保护性杀菌剂如果在加工过程中加入渗透剂或颗粒过细,通过渗透或气孔等不同途径进入植物体,即可能会造成药害。

传统杀菌剂的主要种类和品种:无机杀菌剂(铜制剂、硫制剂等)、有机硫杀菌剂(福美锌、福美双、福美肿、福美甲肿、丙森锌、代森锌、代森铵、代森锰锌、二硫氰基甲烷等)、取代苯类(五氯硝基苯、百菌清)、植物素杀菌剂(乙蒜素)。

2.1.1 铜素杀菌剂

包括硫酸铜、波尔多液、氢氧化铜、氧化亚铜、琥胶肥酸铜、络氨铜等。由于一些专化性杀菌剂产生抗性问题的,含铜杀菌剂近年在我国用量较大,主要被用来防治霜霉病和细菌病害及果树病害。铜等重金属离子可以破坏细胞膜的透性、钝化蛋白、干扰 Mg^{++} 、 K^{+} 平衡,影响叶绿素代谢和呼吸作用等,没有选择性。为了防止铜等重金属离子的药害,水溶性硫酸铜一般不能直接使用到作物上,而是制成难溶性盐类或络合物杀菌剂,使其在水中很少形成游离的铜离子。如波尔多液(Bordeaux mixture)就是将易溶于水的硫酸铜与石灰反应产生难溶性的碱式硫酸铜,使用以后在生物和环境物理化学作用下逐步释放铜离子起杀菌作用。这不仅延长了持效期,而且增加了安全性。

波尔多液的主要化学成分: $Cu(SO_4) \cdot 5H_2O + CaO + H_2O \rightarrow CuSO_4 \cdot xCu(OH)_2 \cdot yCa(OH)_2 \cdot zH_2O + \dots$ ($x \cdot y \cdot z$ 因配置方法和配比不同而异)。

但是如果波尔多液等难溶性铜盐中含有多余的 Ca^{++} 或 Cu^{++} ,或者在高温、高湿和前后使用酸、碱性化合物时使用波尔多液、氢氧化铜、氧化亚铜、络氨铜等,则非常容易造成药害。因为,高温高湿下植物表面会增加碳酸和有机酸的生成,酸碱有助于铜盐的降解和溶解,加速铜离子的释放。如果在制备波尔多液时石灰过量,就可能在存在使用时存在多余的 Ca^{++} ,造成 Ca^{++} 药害;如果在波尔多液或络氨铜的制备过程中硫酸铜过量,就可能造成

Cu⁺⁺ 药害。

已知对 Ca⁺⁺ 敏感的有茄科、葫芦科、葡萄等作物；对 Cu⁺⁺ 特别敏感的有李、桃、鸭梨、白菜、小麦等；对 Cu⁺⁺ 比较敏感的有苹果、中国梨、柿、大豆、芜菁等作物。在这些作物上一般不使用波尔多液和其他含铜杀菌剂。

铜制剂药害症状：可使黄瓜、苹果等叶片褪绿，形成类似病毒病的花叶症状等，严重时叶缘、叶尖青枯、幼芽枯死，或形成褐色叶斑和果实上形成小黑点锈斑。在水稻上也可以造成药害，有的水稻品种比较敏感，叶片尤其是叶缘呈红褐色。如氢氧化铜和氧化亚铜喷雾 2d 后可使叶尖、叶缘呈紫红色，或紫红斑点；30% 琥胶肥酸铜 1:400 ~ 700 倍在水稻抽穗前 3d 喷雾，两天后泗优 422 品种叶尖呈紫红色，5 ~ 7d 后恢复正常。但同时因优香梗上使用则没有药害症状。铜制剂在秧田使用可造成秧苗枯黄，甚至死苗。铜制剂的药害经常与高温高湿有关。铜盐不能与酸碱性化合物混用或前后几天内使用。如与石硫合剂、松脂合剂、矿物油混用很容易引起药害。喷施波尔多液的作物 15d 内不能喷石硫合剂。大棚内、高温高湿条件下要特别慎用含铜的杀菌剂。铜制剂与福美类和代森类杀菌剂混用有拮抗作用。

2.1.2 氟硅酸

氟硅酸呈强酸性，可以防治多种植物病害。但在高温高湿条件下对花生叶片有药害；在水稻上使用，加大使用剂量或在高温下也会引起叶片枯斑。与碱性化合物混用易分解失效。

2.1.3 硫素杀菌剂

硫磺 (sulphur) 是单体 S，可以被用来防治白粉病和锈病。因其成本低及被认为是安全的天然传统杀菌剂，目前被许多企业加工成与三环唑的复配剂防治稻瘟病。此外还有膨润硫 (sulfur bentonite)、石硫合剂 (lime Sulphur) 在生产上广泛使用。

硫磺防治植物病害的效果往往与其加工细度有关。在单位面积用量相等的情况下，细度越小在植物表面的覆盖面越大，效果就越好。但是研究发现当 S 的颗粒直径小于 1μm 时就可能通过气孔进入植物叶片内而引起药害。S 在一般情况下安全，但在 17℃ 以下效果较差，30℃ 以上高温使用常造成对植物的药害。S 可以取代元素 O 在氧化还原反应中形成有毒的 H₂S 而不是 H₂O，可引起叶片枯斑。

石硫合剂可以被氧化或在弱酸下水解释放 S 和 H₂S。石硫合剂的渗透性较强，防病效果好于硫的其他制剂，但极易发生药害。不同植物对石硫合剂的敏感性不同，桃、李、梅、梨、葡萄、豆类、马铃薯、番茄、葱、姜、黄瓜、甜瓜等最易药害，在高温季节应该尽量避免使用。在果树休眠期可以使用。

2.1.4 双胍辛烷苯基磷酸盐

这类药剂可被用来防治苹果黑星病和芦笋茎枯病，但在我国有用来防治其他植物病害。该药剂对芦笋嫩茎会造成弯曲，对某些花卉（如玫瑰）也有药害。

2.1.5 有机杀菌剂

2.1.5.1 有机胂杀菌剂 包括砷酸盐类和氨基砷酸盐类化合物，除对丝核菌病害有特效外，有广谱的防治病害活性。有机胂杀菌剂抑制呼吸作用，表现很强的杀菌作用和防治病害的铲除作用。有机胂化合物对植物生殖生长阶段有强烈的药害作用，如对水稻轻度药害表现茎叶有暗褐色灼伤斑、穗小、千粒重低、严重时谷粒成青壳或花序状，或莠而不实。有机胂杀菌剂进入土壤以后，容易被微生物降解成无机胂在土壤中残留，无机胂对植物的营养生长有强烈的抑制作用，其他重金属化合物也可能引起类似药害症状。

2.1.5.2 有机硫杀菌剂 主要指二硫代氨基甲酸酯类化合物,具有广谱的抗菌活性,其中福美类的福美双和代森类的代森锰锌杀菌剂在我国广泛地单独使用和与其他杀菌剂混合使用。福美双作为种子处理剂一般比较安全,但在温室里用于黄瓜时,浓度稍高便会引起枯斑。在苹果上剂量稍大,容易引起果锈,特别是幼果非常敏感,一般在落花3~4周以后才能使用。高温条件下在水稻上使用也可能引起叶片上类似于胡麻斑病的褐色斑点。

福美双在酸性条件下易分解,在含水量高和高温下存放也容易降解,释放容易引起植物药害的S。

代森锰锌等安全性较高,但对苹果幼果也会引起锈果等症状的药害。因为破坏果面蜡质沉积,推荐浓度下使用对美国红提会造成严重的锈果症状。

代森铵呈弱碱性,对植物有渗透能力,因此很容易造成药害。主要表现为灼伤症状。50%水剂用于水稻,稀释倍数不能低于1000倍。一般不用于果树和蔬菜。

福美类和代森类杀菌剂不能与含铜等重金属化合物混用,也不能与石硫合剂混用或15d内前后使用。

二硫代氨基甲酸酯类杀菌剂与铜制剂混用常表现有拮抗作用,这是氨基甲酸根与铜离子2:1螯合的结果。

2.1.5.3 取代苯类 百菌清常用于果树和蔬菜病害防治。但梨和柿比较敏感,不宜使用。在浓度较高时也会引起桃、梅、苹果等药害。苹果落花后20d内使用会造成果实锈斑。

五氯硝基苯对丝核菌特效,对甘蓝根肿病、白绢病、放线菌有效。常用作种子处理剂和土壤处理剂。使用时与幼芽或瓜类叶片接触会有灼伤症状的药害。

2.2 现代杀菌剂

现代杀菌剂是指近代发展起来的位点专化性杀菌剂,他们的主要生物学性状表现具有高度选择性。位点专化性杀菌剂可以是内吸性或非内吸性杀菌剂。内吸性杀菌剂大多具有治疗作用,具备两种独特的生物学特性。第一,药剂分子能够通过植物茎叶、种子或根表面进入植物体,并能在体内输导;第二,它的作用方式具备专化性,大多作用位点单一,对病原菌有效,而不影响寄主植物。因此,位点专化性杀菌剂一般对植物比较安全。但是,值得注意的是也有部分位点专化性杀菌剂使用不当,可能对不同类型的植物产生不同程度的药害。

位点专化性的现代杀菌剂主要品种有:有机磷杀菌剂,包括异稻瘟净、乙磷铝、甲基立枯磷等;苯并咪唑类杀菌剂,包括多菌灵、噻菌灵、硫菌灵、乙霉威等;酰胺类,如噻氟菌胺(满穗);氨基甲酸酯类如霜霉威;吡咯类如咯菌腈(适乐时);噻唑类如噻枯唑、三环唑;恶唑类如恶霉灵;甲氧吗啉类包括烯酰吗啉、氟吗啉;苯基酰胺类如甲霜灵;抗菌素如井冈霉素、多抗霉素;二甲基甲酰胺类如速克灵、扑海因、菌核净;苯胺嘧啶类如啉霉胺;甲氧基丙烯酸酯类如阿米西达、翠贝等;麦角甾醇生物合成抑制剂(EBI)中的脱甲基抑制剂(DMI)类杀菌剂包括三唑酮、烯唑醇、丙环唑、戊唑醇、氟硅唑、恶醚唑、咪鲜胺、氯苯嘧啶醇等。

2.2.1 EBI 杀菌剂

麦角甾醇生物合成抑制剂(EBI)由于其广谱高效的抗菌活性和中等的抗药性风险,被广泛用于农业生产防治多种植物真菌病害。他们在防治植物病害的同时对植物还具有生长调节剂作用,如延缓叶绿体的衰老,降低蒸腾作用,抑制植物组织伸长等。EBIs的这些植物生长调节作用经常掩盖了他们的非特异性药害症状,如引起的植株矮缩、叶片扭曲、坏死、枯萎或落叶。

三唑类和咪唑类杀菌剂是最常见的 EBI 类杀菌剂。作为土壤和种子处理,使用不当会出现出苗率降低、幼苗僵化的药害症状。表现地上部分的伸长和小麦苗的叶、根和胚芽鞘的伸长受到抑制。

三唑类杀菌剂作为喷施处理会使瓜果果型变小、植株矮化、枝条或节间缩短、叶面积变小、呈深绿,延缓叶绿体衰老,提高耐寒和抗旱能力,增加座果率。在水稻苗期使用会导致秧苗矮化、叶片短小,多效唑就被用来控制秧苗的徒长。但是,用量过大或在敏感的粳稻上使用,可能引起秧苗僵化。在生长后期的敏感水稻品种上使用,可以引起抽穗不完全,出现包茎现象,严重时甚至不能抽穗。如《现代快报》2003 年 11 月 6 日的 A4 版报道了“农药惹祸 1 466 亩水稻绝收”的新闻。报道说 2003 年 9 月江苏省扬州市邗江区杭集、杨庙及公道等地水稻出现不抽穗、不灌浆现象。到 10 月中旬该区发生水稻不抽穗现象的共涉及 8 个乡镇、48 个村、658 户农户,受损面积总计达 1 466 亩。根据专家实地会诊认定,水稻不抽穗的原因可能是所用农药中含有抑制细胞生长类物质所致。同年,江苏宿迁市和安徽省也发生了大面积的类似药害。

水稻大面积不能抽穗的原因是否与在抽穗前使用烯唑醇等有关值得进一步研究。已知烯唑醇进行种子处理,出苗 30d 后对敏感的粳稻品种秧苗高度的抑制作用高于籼稻 5 倍。烯唑醇对禾谷类作物的胚芽伸长抑制活性远远高于其他 EBI 类杀菌剂。烯唑醇等 EBI 类杀菌剂是植物体内促进细胞伸长的赤霉素生物合成抑制剂。烯唑醇防治西瓜和辣椒苗期白粉病,曾在浙江和江苏造成严重的僵苗;烯唑醇的同系物烯效唑是强烈的植物生长抑制剂,被专门作为植物生长调节剂使用。活性较低的同系物多效唑处理早稻秧苗,会造成后茬粳稻秧苗僵化;三唑酮种子处理,也曾经造成小麦大面积不出苗;三唑类喷施黄瓜,导致节间缩短、叶片和瓜果短小。如 40%福星(氟硅唑)8 000~10 000 倍在陕西防治梨黑星病时就发生过卷叶症状的药害。

DMI 类杀菌剂阻止生长的调节或药害机制:(1)三唑类杀菌剂防治植物病害的机制是抑制真菌体内 Cyt P₄₅₀单加氧酶的活性,阻止细胞膜的重要组分麦角甾醇的生物合成,导致细胞内甾醇组分的平衡失调,生长停止,细胞膜损伤而死亡。同样也能抑制植物体内赤霉素生物合成过程中的 C-14 位脱甲基酶 Cyt P₄₅₀单加氧酶,使促进细胞伸长的赤霉素不能合成,从而植物表现矮化,叶片果实短小。(2)高剂量下药剂分子与膜甾醇直接作用,引起脂质过氧化,细胞死亡。在植物上表现褪绿和枯斑。(3)咪唑类杀菌剂在植物生理 pH 下都是质子化的,相反三唑类则是非质子化的。药剂在不同作物上表现不同活性可能与植物体内的生理 pH 有关。(4)引起与赤霉素代谢相关的激素 ABA 代谢失衡,含量增加,ABA 具有抑制细胞伸长的生理作用。

影响 DMI 杀菌剂药害程度的因子:(1)植物种类和品种。一般双子叶作物比单子叶作物对 EBI 更加敏感,所以 EBI 杀菌剂在双子叶植物上使用更容易造成药害。相同作物种类的不同品种对 DMI 的敏感性差异也很大,如粳稻比籼稻敏感。(2)药剂分子。主要与药剂品种的分子结构及其异构体关系极大。

与药剂品种的关系:不同 DMI 类杀菌剂在相同浓度下种子处理与对照相比,对禾谷类作物出苗 12d 叶面积的生长抑制如下:抑霉唑 15%,三唑醇 16%,丙环唑 20%,三唑酮 22%,氯苯嘧啶醇 23%,乙环唑 27%,苄氯三唑醇 28%,烯唑醇 45%。可见烯唑醇对植物生长的抑制作用是三唑醇的 3 倍,是丙环唑和三唑酮的 2 倍以上。

与异构体的关系:EBI 一般含 1~2 个不对称碳原子,所以有 2 或 4 个对映体,他们常有

显著的生物特性差异。一般 R-异构体有高的杀菌活性, S-异构体有强的植物生长调节作用 (PGR) 活性。如烯唑醇 R (-) 对映体的杀菌活性比 S (+) 高 100 倍。而 S (+) 异构体的生长调节作用比 R (-) 异构体强 100 倍。多效唑 (S, S) -对映体有较高的植物生长调节 (PGR) 活性, 而 (R, R) -对映体则有较高的抗菌活性。企业生产不同批次烯唑醇等 EBI 杀菌剂的原药可能存在不同异构体比例情况, 这也会是药害原因之一。

与植物组织的关系: 分生组织特敏感, EBI 杀菌剂常常表现抑制细胞伸长。因此, 在作物苗期或拔节期使用, 对株高及幼叶的扩展有强烈的抑制作用。

2.2.2 甲氧基丙烯酸酯类

这是一种新型的特广谱、特高效、特安全的低毒杀菌剂。如阿米西达目前在国际上已登记防治 400 多种植物病害。但是也有少数植物品种特别敏感, 在这些作物上使用容易造成药害。例如在红富士等苹果上使用安全, 但在嘎啦品种的苹果上使用就特别敏感, 在幼果期使用会造成严重的锈果药害症状, 高温下喷施还会造成落叶。在云烟 C80 品种上喷施也会造成过敏性枯斑。

2.3 种子处理剂

2.3.1 水稻种子处理剂

作者对几种水稻种子处理剂的安全性进行比较研究, 结果列表如下。

药 剂	浸种方法	浸种时间 (h)	成秧率 (%)	安全系数	防治对象
二硫氰基甲烷	浸后不淘洗	24 ~ 72	98.8	3	真菌, 细菌, 干尖线虫
巴 丹	浸后淘洗	48 ~ 72	86.6	1.2 ~ 1.5	干尖线虫
咪鲜胺	浸后不淘洗	48	90.3	1.3 ~ 1.5	真菌
强氯净	浸后淘洗	12	85.5	1.0	真菌, 细菌

2.3.2 拌种灵

对锈菌、黑粉菌、丝核菌有特效。常用于种子处理和土壤处理。对双子叶植物比较安全, 一般以种子量的 0.1% ~ 0.3% 有效成分拌种。但单子叶作物容易药害, 种子量的 0.1% 处理即可降低小麦出苗率 15% ~ 20%。遇不良环境, 药害更重。

2.3.3 DMI 类杀菌剂

包括三唑类、咪唑类和嘧啶类等许多杀菌剂, 由于这类杀菌剂活性高, 残效期长, 一些企业开发了这类杀菌剂的种子处理剂, 对小麦种子包衣或拌种会因这类杀菌剂能够干扰植物体内的赤霉素 (GA_3) 和脱落酸 (ABA) 的平衡, 在遇到寒流、干旱, 水渍等不利于种子发芽或出苗的胁迫条件, 会出现明显的药害, 表现出苗慢, 出苗率低, 甚至不出苗。但在低剂量下处理能够增加植物抗旱、抗寒的能力。

2.4 土壤处理剂

2.4.1 溴甲烷

是一种无色、无味、高毒、灭生性液体化合物。3.5℃ 以上挥发成比空气重的气体。常用于土壤处理, 广谱高效杀灭土壤中的各种生物。包括土居线虫 (根结线虫、胞囊线虫、腐生线虫等)、一年或多年生杂草及种子、土居真菌和细菌、土居害虫等。土层 15 ~ 20cm 处温度 8℃ 以上时处理, 覆盖 48 ~ 72h 后揭膜通风 7 ~ 10d 后播种或移栽蔬菜。如果土温较低需延

长通风时间，否则会对移栽作物有强烈的药害。

2.4.2 棉隆

在土壤中转化成异硫氰酸甲酯，灭生性土壤处理剂。可杀灭土壤中植物种子。沟施或撒施于 20cm 处，立即覆土加盖薄膜，一定时间后松土通气，播种。生长期不能使用。施药与播种间隔期视土温而定。10cm 土层温度 25℃ 间隔 8d；20℃ 间隔 11d；15℃ 间隔 24d。一般在土壤温度 18~30℃ 处理，间隔 2~3 周播种。最佳处理土壤温度 12~18℃，含水量在 40% 以上处理。

一些非专化性的杀线虫剂处理土壤时要特别注意与作物的播种或移栽有足够的间隔期。其间隔期长短与土壤含水量和土壤温度有关。