昆明学院学报　2021，43（6）：1～5　ISSN 1674－5639　CN 53－1211/G4
Journal of Kunming University

植物“秾晶”消粉剂对烟草白粉病的田间防效研究

孙　胜[1]，徐兴阳[2*]，李凤丽[3]，钱发聪[2]，杨宗云[4]
（1. 红云红河烟草（集团）有限责任公司，云南 昆明 650231；
2. 云南省烟草公司 昆明市公司，云南 昆明 650051；
3. 云南省烟草公司 文山州公司，云南 文山 663000；
4. 云南省烟草公司昆明市公司 寻甸分公司，云南 寻甸 655200）

摘要：为探索烟草白粉病的绿色、安全防控新途径，消除其化学农药防治的安全隐患．试验以植物“秾晶”销粉剂（生物制剂）和3种化学农药（36%甲基硫菌灵悬浮剂、12.5%腈菌唑微乳剂和25%三唑酮可湿性粉剂）进行田间防效试验．结果表明，于大田烤烟白粉病发病始期或发病中期开始喷药，喷施2～3次后投资回报率可达291.8%～315.4%．植物“秾晶”销粉剂防效可达95.9%以上，高于其他3种化学农药平均防效4.5～10.5个百分点，且持效期长，投资回报率最高．由此说明，喷施植物“秾晶”销粉剂可以有效、持久地控制烟草白粉病的危害，可作为优质烟叶生产的备选措施之一．

关键词：烟草；白粉病；生物制剂；秾晶”消粉剂；防效
中图分类号：S572　**文献标识码**：A　**文章编号**：1674－5639（2021）06－0001－05
DOI：10.14091/j.cnki.kmxyxb.2021.06.001

Field Observation on Control Tobacco Powdery Mildew with Biological Agent of “Nongxiao” Powder Eliminate

SUN Sheng[1], XU Xingyang[2*], LI Fengli[3], QIAN Facong[2], YANG Zongyun[4]
(1. Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd., Kunming, Yunnan, China 650231
2. Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Kunming, Yunnan, China 650051;
3. Yunnan Provincial Tobacco Company Wenshan Branch, Wenshan, Yunnan, China 663000;
4. Xundian Subsidiary Company of Yunnan Tobacco Company Kunming Branch, Xundian, Yunnan, China 655200)

Abstract: In order to explore a new way of green and safe prevention and control of tobacco powdery mildew and eliminate the potential safety hazards of chemical pesticide control. The field experiment was carried out with the biological agent of “Nongxiao” powder eliminate and three chemical pesticides of 36% thiophanate methyl suspension, 12.5% nitrile azole microemulsion and 25% Triadimefon wettable powder. The results showed that the return on investment could reach 291.8%—315.4% after spraying 2—3 times in the beginning or middle stage of powdery mildew in the experimental field. Among them, the control effect of the biological agent of “Nongxiao” powder eliminate could reach more than 95.9%, which was better than the average control effect of the other three chemical pesticides by 4.5—10.5 percentage, with a long duration and the highest return on investment. The above research showed that spraying biological agent of “Nongxiao” powder eliminate could effectively and permanently control the harm of tobacco powdery mildew, and could be used as one of the alternative measures for the production of high-quality tobacco leaves.
Key words: tobacco; powdery mildew; biological agent; Nongxiao powder eliminate; control

---

收稿日期：2021－10－31
基金项目：中国烟草总公司云南省公司科技计划重点项目（2020530000241020）．
作者简介：孙胜（1969—），男，云南昆明人，助理农艺师，主要从事烟叶原料研究．
*通信作者：徐兴阳（1974—），男，云南盐津人，高级农艺师，硕士，主要从事烟草新品种、新技术、新方法研究，E-mail：yy_ xxy@sina.com.

植物白粉病的病原菌属子囊菌亚门真菌，其病菌有不同专化型及生理小种，且种类多、分布广，目前世界上正式定名的大约有 650 多种，除危害茄科外，还危害葫芦科、菊科、蔷薇科等各类苗木、花卉、蔬菜、经济作物以及粮食农作物[1-2]. 该病菌以菌丝体越冬，越冬后产生分生孢子，侵染寄主发病，发病部位产生大量分生孢子，借助气流、雨水和土壤等传播，分生孢子产生芽管，从叶片表皮侵入而感病，潜育期 5 d 左右，可多次重复侵染寄主. 烟草白粉病的病原菌为二孢白粉菌（*Golovinomyces cichoracearum*），俗称“上灰”“下霜”，除危害烟草外，还能侵染其他科的多种作物，叶片和茎秆均会感病. 近年来，该病在我国烟区发生日趋严重[3-7]. 该病发生后，起初叶片为近圆形的黄褐色小斑，之后斑上便出现白色粉状小点，随着斑块扩大，白粉布满整个叶片，病叶先褪绿变褐，最后枯死. 病叶烘烤后原烟叶片轻者色呈暗锈褐色，重者完全丧失经济价值.

当前，白粉病的防治方法除选用抗病品种外，主要依赖 36% 甲基硫菌灵悬浮剂、70% 甲基托布津可湿性粉剂、25% 三唑酮可湿性粉剂、12.5% 腈菌唑微乳剂和 50% 苯菌灵可湿性粉剂等化学农药，但由于植物病虫害防治中的“三 R”（残留量、抗药性、再增猖獗）问题，白粉病菌极易产生抗药性，且近年来在烟叶上发现有三唑酮等化学农药农残超标严重的问题，从而生物防治措施就显得尤为重要[1,6-7]. 有关生物农药（制剂）对白粉病的防治虽然有相关报道[8-11]，例如：解淀粉芽孢杆菌 D1、缺陷假单胞菌 HD13 和 DEB-12，但田间防效仅在 61.2% ~ 75.4% 之间；通过在大田期使用“多肽保”可以让烟草产生诱导抗性，而对烟草白粉病的相对防治效果仅为 47.0%；短小芽孢杆菌 AR03 稀释 200 倍液抑制率也仅为 69.3%. 以上这些防效均难以满足优质烟叶生产需求. 为此，本研究拟开展一种防治烟草白粉病的生物制剂的防效评价，以期为探索能满足优质烟叶生产需求的绿色、安全防控新途径提供参考依据.

1 材料与方法

1.1 供试材料

栽培品种为红花大金元. 试验药剂包括生物制剂 1 种、化学农药 3 种，共设 5 个处理：处理 A 为植物“秾皛”销粉剂（云南硕农农业科技有限公司，生物制剂），清水稀释 500 倍；处理 B 为 36% 甲基硫菌灵悬浮剂（江苏蓝丰生物化工股份有限公司，化学农药），清水稀释 800 倍；处理 C 为 12.5% 腈菌唑微乳剂（北京市东旺农药厂，化学农药），清水稀释 1 500 倍；处理 D 为 25% 三唑酮可湿性粉剂（四川省化学工业研究设计院，化学农药），清水稀释 2 000 倍；CK（对照）为喷施等量清水.

1.2 试验方法

1.2.1 发病初期开始施药

选取初发病烟田，每个处理 60 株，3 次重复. 于选点当天实行首次喷药，每 3 d 喷施 1 次，连续 2 次. 首次喷药当天调查发病基数，每 3 天调查 1 次病情，共调查 5 次. 喷药期间不摘除烟株底脚叶片.

1.2.2 发病中期开始施药

选取发病中期烟田，每个处理 60 株，3 次重复. 于选点当天实行首次喷药，每 3 d 喷施 1 次，连续 3 次. 首次喷药当天调查发病基数，每 3 天调查 1 次病情，共调查 5 次. 喷药期间不摘除烟株底脚叶片.

1.3 防效及药害调查

按照《烟草病害分级及调查方法》（GB/T 23222—2008）进行病情分级、计算病情指数和防治效果. 相对防效 =［（对照区病指 - 处理区病指）/对照区病指］× 100%. 药害调查：选取初发病烟田，于末次喷药后 10 d；选发病中期的烟田，于末次喷药后 6 d. 分别调查不同药剂对烤烟白粉病叶及烟株生长的影响，参照《烟草病虫害药效试验方法》（GB/T 23223—2008），将药害程度分为 5 级，以 -、+、++、+++、++++ 表示. 具体如下：

-. 无药害. 叶片轻微结痂，或基本不结痂，不影响烟株正常生长；

+. 轻度药害. 叶片稍有结痂，基本不影响烟株正常生长；

++. 明显药害. 叶片明显结痂，烤烟减产不明显；

+++. 高度药害. 叶片有明显枯焦斑，烤烟发病叶片几乎失去烘烤价值，减产明显；

++++. 严重药害. 发病叶片完全失去烘烤价值，烟株生长受到明显阻碍，对产质量造成严重

损失.

1.4　喷施方法

采用电动喷雾器（3WBD-20 型），对试验处理烟株的发病部位（通常是从下部开始）叶片正反面及其茎秆部位进行喷施，其中生物制剂植物“秾晶”销粉剂以药液喷施至覆盖整个叶片表面为宜，其余 3 种化学农药以药液喷施至叶面自然流水为宜.

1.5　防治成本调查及投入产出比的测定

防治成本由药剂成本、劳动力成本（含劳保用品）和水费 3 个方面构成. 农药价格以调查生产厂家 2021 年在市场上的销售价为准，调查 3 家销售商，不同销售商的销售价格差异在 10% ~ 20%，取平均价格计算；劳动力按照每人完成喷施面积 1 hm^2/d，工价按照每人 150 元/d 计算；水费按居民用水计费标准 2.8 元/m^3，清水用量按照喷雾标准的不同：药液喷施至覆盖（约整株的 1/3）整个叶片表面每次需水量 375 L/hm^2 计算，药液喷施至叶面自然流水（约整株的 1/3）需水量 450 L/hm^2 计算.

投入产出比的测定参照文献［6］执行. 投入产出用 ROI 表示，ROI 值越大，则效益越好.

2　结果与分析

2.1　发病初期开始施药的防效

从表 1 可见，首次施药后 3 d 至第 2 次喷药后 9 d，防效均以处理 A 优于其他 3 个处理，且防效一直处于较高水平，最高可达到 95.9%，停药 6 d 后病情反弹也不明显；而处理 B、C、D 第 2 次施药后 6 d 和 9 d，防效均有明显下降. 由此可见，处理 A 的药效持久性好，而处理 B、C、D 的病情会发生明显反弹，其药效持久性较差.

表 1　发病初期开始施药的防效

处理	喷药前病指	第 1 次喷药后 3 d		第 2 次喷药后 3 d		第 2 次喷药后 6 d		第 2 次喷药后 9 d	
		病指	防效/%	病指	防效/%	病指	防效/%	病指	防效/%
A	6.48	2.78	75.6	0.93	95.9	2.17	94.6	3.38	93.8
B	4.62	4.63	59.4	3.97	82.7	8.03	79.9	15.53	71.4
C	6.48	5.98	47.5	2.38	89.6	4.86	87.9	14.62	73.1
D	4.62	6.48	43.2	4.44	80.6	6.25	84.4	14.81	72.7
CK	5.56	11.40	–	22.90	–	40.01	–	54.25	–

注：旺长初期开始发病时喷药.

2.2　发病中期开始施药的防效

从表 2 可看出，大田烟株发病中期开始喷药，首次施药后 3 d 至第 3 次喷药后 6 d，防效均以处理 A 优于其他 3 个处理，且防效一直处于较高水平，最高可达到 100%；而处理 B、C、D 第 3 次施药后 6 d，防效出现了下降. 由此可见，处理 A 的药效持久性好，且可以实现将病情控制至 0，而处理 B、C、D 的病情则发生了明显反弹，其药效持久性较差.

表 2　发病中期开始施药的防效

处理	喷药前病指	第 1 次喷药后 3 d		第 2 次喷药后 3 d		第 3 次喷药后 3 d		第 3 次喷药后 6 d	
		病指	防效/%	病指	防效/%	病指	防效/%	病指	防效/%
A	9.50	3.57	84.8	1.69	96.6	0.62	99.0	0.00	100.0
B	9.60	5.92	74.8	3.17	93.7	3.02	95.0	5.21	92.1
C	10.10	6.08	74.1	4.31	91.4	3.52	94.2	6.31	90.4
D	9.80	6.13	73.9	4.78	90.5	3.36	94.4	5.98	90.9
CK	9.14	23.50	–	50.16	–	60.51	–	65.63	–

注：旺长初期开始发病，初始发病后 3 d 后开始用药.

2.3 不同药剂对烤烟生长的影响

由表3可见，不同处理对发病烟叶及烟株生长的影响不同．处理A对初发病烟株发病叶片无药害，不影响烟株正常生长，而对发病中期烟株叶片有轻度药害，但不影响烟株正常生长．而处理B、C、D均对初发病和发病中期烟株发病叶片均有高度药害“+++”，对烟株生长的影响也有明显药害“++”．由此可见，处理A对烟株及烟叶的伤害程度较小，感病烟叶的愈合性好，而处理B、C、D对烟株及烟叶的伤害较大，感病烟叶的愈合性较差．

表3 不同药剂对烤烟病叶生长的影响

处理	初发病烟田		发病中期烟田	
	发病叶片伤害程度	烟株生长的影响	发病叶片伤害程度	烟株生长的影响
A	-	-	+	-
B	+++	++	+++	++
C	+++	++	+++	++
D	+++	++	+++	++
CK	++++	++++	++++	++++

2.4 投入产出比分析

从表4可看出，4种防治药剂（制剂）的成本为358.77～452.10元/hm^2之间，以植物“秾晶”销粉剂＞12.5%腈菌唑微乳剂＞36%甲基硫菌灵悬浮剂＞25%三唑酮可湿性粉剂；投入产出比在2.14～2.27之间，以植物“秾晶”销粉剂＞12.5%腈菌唑微乳剂＞25%三唑酮可湿性粉剂＞36%甲基硫菌灵悬浮剂．由此表明：供试的4种药剂（制剂）均能提高投入产出比，其中以植物“秾晶”销粉剂略优，投入产出比为2.28，与CK相比投资回报率提高315.4%，较回报率提高最低的36%甲基硫菌灵悬浮剂（291.8%）高出23.6个百分点．

表4 施用不同药剂(制剂)的投入产出比分析

药剂(制剂)	单价*	稀释倍数	施药剂量**	成本构成/(元·hm^{-2})				生产投入/(元·hm^{-2})	收益/(元·hm^{-2})	投入产出比
				药剂	劳动力	水费	合计			
植物“秾晶”销粉剂	100	×500	1 500	150.00	300	2.10	452.10	30 302.10	69 225	2.27
36%甲基硫菌灵悬浮剂	65	×800	1 500	97.50	300	2.52	400.02	30 250.02	65 175	2.14
12.5%腈菌唑微乳剂	120	×1 500	1 000	120.00	300	2.52	422.52	30 272.52	68 840	2.26
25%三唑酮可湿性粉剂	75	×2 000	750	56.25	300	2.52	358.77	30 208.77	66 925	2.20
对照	-		0	0	0	0	0	30 000.00	16 475	0.55

注：* 单价的单位为元/kg，或元/L；** 施药剂量的单位为g/hm^2，或mL/hm^2；均按施药次数为2次计算．

3 小结与讨论

3.1 讨论

本研究表明，在白粉病发生烟田，喷施植物“秾晶”销粉剂的防效及持效期优于3种化学农药，且其防效高达95.9%以上，防效持久，病情反弹不明显．有关末次用药停止一定时间后，病情会发生反弹这一结果与其他报道[12-13]基本一致．有关植物“秾晶”销粉剂的持效性较长，与王静等[9]报道的微生物制剂持效期达到30 d以上基本一致，但本试验产品不属于以菌治菌的微生物制剂范畴，它属于由植物主要成分制成的生物制剂范畴，因此其具体防病及持效性机理尚待研究．

此外，烤烟感染白粉病后进行防治是非常必要的，感染白粉病后不加以防治会造成烤烟产质量严重损失．本研究表明，植物“秾晶”销粉剂有效防治的投资回报率可达到291.8%～315.4%之间，这与马世斌等[14]的研究结果基本一致．也有报

道[15-16]表明，在防治时结合摘除底脚叶的方式效果尤佳．而关于三唑酮对作物的药害有相关报道[17]显示，严重的药害会明显抑制小麦的株高；关于 36% 甲基硫菌灵悬浮剂和 12.5% 腈菌唑微乳剂对烟草云烟 87 的药害报道[18]显示，前者在正常用量 4 倍时出现药害症状，后者在正常用量 8 倍时药害不明显，其结果与本研究的结果不尽一致．这可能与试验的环境、关注的焦点不一致有关．本试验关注的是对受白粉病危害烟叶的防治后的状况，用化学农药防治的表现为白粉病明显受到抑制，但受感染的部位也变成干枯状，而生物制剂防治的叶片干枯症状不明显，与正常烟叶几乎无差异．有关植物“秾晶”销粉剂对受害作物的治愈作用，可能与其自身的防病机理有关，具体尚待研究．

3.2　结论

在白粉病发生的烟田进行及时防治非常重要，于发病初始期开始喷药，喷施 2 次，或于发病中期开始喷药，喷施 3 次，均可以较好地控制白粉病的发生，投资回报率可达到 291.8% ~315.4% 之间．其中，生物制剂植物“秾晶”销粉剂喷施后防效可达到 95.9% 以上，其防效高于 36% 甲基硫菌灵悬浮剂、12.5% 腈菌唑微乳剂和 25% 三唑酮可湿性粉剂等 3 种化学农药平均防效 4.5 ~10.5 个百分点，且持效期长，投资回报率最高．

［参考文献］

［1］周益林，段霞瑜，盛宝钦．植物白粉病的化学防治进展［J］．农药学学报，2001，3（2）：12－18．

［2］CUNNINGTON J H，LAWRIE A C，PASCOE I G．Genetic characterization of the *Golovinomyces cichoracearum* complex in Australia［J］．Plant Pathology，2010，9（1）：158－164．

［3］孟坤，时焦．烟草白粉病病原菌致病力分化与遗传多样性研究［D］．北京：中国农业科学院，2014．

［4］王凤龙，王刚．图说烟草病虫害防治关键技术［M］．北京：中国农业出版社，2013．

［5］陈兴江，汪汉成，向立刚，等．贵州烟田植物白粉病病原菌鉴定分析［J］．中国烟草科学，2019，40（3）：55－59，66．

［6］徐兴阳，李晓宁，李文丹，等．叶面喷施钾镁肥对烤烟生长及钾镁营养的影响［J］．云南农业大学学报（自然科学），2021，36（3）：472－478，546．

［7］徐安传，徐兴阳．红花大金元烟叶生产、加工与应用［M］．北京：中国标准出版社，2021．

［8］余杰颖，任轲亮，薛文鹏，等．三种生防菌对烟草白粉病的田间防效初探［J］．农药科学与管理，2018，39（3）：62－66．

［9］王静，田华，孔凡玉，等．短小芽孢杆菌 AR03 对烟草赤星病菌和白粉病菌的防治［J］．应用生态学报，2015，26（10）：3167－3173．

［10］贾桥东，张保全，王伟民，等．烟草白粉病的研究进展［J］．江苏农业科学，2019，47（4）：94－97．

［11］黄夸克，陈海如，杜官本，等．“多肽保”诱导剂防治烟草病害的效果研究［J］．西南林业大学学报，2016，36（6）：131－136．

［12］徐兴阳，欧阳进，杨明．几种防治烟草普通花叶病药剂的田间药效［J］．烟草科技，2005（1）：47－48．

［13］张超群，管成伟，刘润生，等．几种生物药剂对烟草青枯病的药效评价［J］．生物灾害科学，2020，43（4）：363－366．

［14］马世斌，谭本，付小红，等．烟草白粉病绿色防控药剂的筛选及化学药剂减量研究［J］．安徽农业科学，2021，49（3）：144－146．

［15］吴兴富．烤烟生长期病害及防治方法［N］．云南科技报纸，2004－07－05（4）．

［16］段景海．黑龙江省主要烟草病害的防治［J］．黑龙江农业科学，2015（12）：194－195．

［17］务玲玲．几种种子处理药剂对小麦等作物的药害及不同缓解剂对其缓解效果研究［D］．郑州：河南农业大学，2016．

［18］刘世超，黄国联，李斌，等．烟草苗期 12 种常用杀菌剂的药害症状分析［J］．安徽农业科学，2015，43（15）：111－113，129．