

毒氟磷防治南方水稻黑条矮缩病药效研究

陈卓^{1,2}, 李国君³, 范会涛^{1,2}, 刘家驹^{1,2}, 毕亮^{1,2}, 杨松^{1,2}, 宋宝安^{1,2}, 胡德禹^{1,2}

¹贵州大学绿色农药与农业生物工程国家重点实验室培育基地, 贵州贵阳 550025;

²贵州大学绿色农药与农业生物工程教育部重点实验室, 贵州贵阳 550025;

³广东省雷州市植保植检站, 广东雷州 524200)

摘要:为明确自主创制新抗病毒药剂——30%毒氟磷WP对南方水稻黑条矮缩病的防控效果以及探讨防治该病的理想药剂组合,采用喷雾施药法对30%毒氟磷WP、25%吡蚜·噻虫嗪SC、10%醚菊脂MG、8%宁南霉素AS的单用或混用处理进行研究。结果表明,在大田分蘖初期,以25%吡蚜·噻虫嗪SC 375 mL/hm²和30%毒氟磷WP 990 g/hm²的药剂组合的防治效果最好,防效为66.67%,25%吡蚜·噻虫嗪SC、10%醚菊脂MG、30%毒氟磷WP和8%宁南霉素AS的防效分别为50.51%、33.33%、33.33%、17.12%;在收割期,以25%吡蚜·噻虫嗪SC 375 mL/hm²和30%毒氟磷WP 990 g/hm²的药剂组合的防治效果最好,防效为73.24%,25%吡蚜·噻虫嗪SC 375 mL/hm²、10%醚菊脂MG 450 g/hm²、30%毒氟磷WP 990 g/hm²和8%宁南霉素AS 750 mL/hm²处理组的防效依次是46.48%、45.07%、43.66%、42.25%。同时,测产试验结果表明:与CK相比,增产效果最明显的是25%吡蚜·噻虫嗪SC 375 mL/hm²和30%毒氟磷WP 990 g/hm²组合,增产值为292.35%,而25%吡蚜·噻虫嗪SC、10%醚菊脂MG、30%毒氟磷WP和8%宁南霉素AS的增产值为249.75%、230.7%、208.65%、104.7%。因此,为有效防治南方水稻黑条矮缩病,可采用本研究中的杀虫剂和抗病毒剂的联合处理,特别是在秧田期用药。

关键词:农药;南方水稻黑条矮缩病;防治效果

中图分类号:S481.9

文献标志码:A

论文编号:2011-0538

The Study of Efficiency of Dufulin Against Southern Rice Black-streaked Dwarf Virus

Chen Zhuo^{1,2}, Li Guojun³, Fan Huitao^{1,2}, Liu Jiajun^{1,2}, Bi Liang^{1,2}, Yang Song^{1,2}, Song Bao'an^{1,2}, Hu Deyu^{1,2}

¹State Key Laboratory Breeding Base of Green Pesticide and Agricultural Bioengineering, Guizhou University, Guiyang 550025;

²Key Laboratory of Green Pesticide and Bioengineering, Ministry of Education, Guizhou University, Guiyang 550025;

³Plant Protection Station of Leizhou City, Leizhou 524200)

Abstract: To understand the control effects of creating new pesticide of Dufulin against SRBSDV and the ideal control methods, the field trials were completed in rice through field spray about the pesticides of 30% Dufulin WP, 25% pymetrozine · thiamethoxam SC, 10% Ethofenprox MG, 8% Ninnan mycin AS and its combination. The results showed that, at original field tillering stage, at a dosage of 375 mL/hm² and 900 g/hm², the control effects of the combination about 25% pymetrozine · thiamethoxam SC WP and 30% Dufulin WP were better, i.e. 66.67%, and the control effects of 25% pymetrozine · thiamethoxam SC, 10% Ethofenprox MG, 30% Dufulin WP and 8% Ninnan mycin AS were 50.51%, 33.33%, 33.33% and 17.12%, respectively. At harvest stage, the control effects of the combination about 25% pymetrozine · thiamethoxam SC WP and 30% Dufulin WP also were better, i.e. 73.24%, and the control effects of the others treatment groups were 46.48%, 45.07%, 43.66%

基金项目:国家重点基础研究发展计划(973计划)“病毒及菌害调控的候选药物与分子靶标”(2010CB126105);科技部农业科技成果转化资金项目“防治稻飞虱及其传媒病毒药剂中试与转化”(2009GB2F200330);科技部科技人员服务企业行动项目“防治水稻稻飞虱及其传媒病毒新型药剂的研发、产业化及应用示范推广”(2009GJF20047);贵州省教育厅自然科学研究重点项目“新型抗植物病毒药物的化学生物学研究”[黔科教(2009)0132号]。

第一作者简介:陈卓,男,1977年出生,贵州遵义人,副教授,博士,主要从事植物病毒病防治研究。通信地址:550025 贵阳市花溪区贵州大学北区精化中心, Tel: 0851-8292170, E-mail: gychenzhuo@yahoo.com.cn。

收稿日期:2011-03-04, **修回日期:**2011-05-10。

and 42.25%, respectively. Meanwhile, the crop yield showed that, being comparable with CK-treatment group, the increasing yield about combination about 25% pymetrozine · thiamethoxam SC WP and 30% Dufulin WP were better, i.e. 66.67%, and its of others treatment group were 249.75%, 230.7%, 208.65% and 104.7%, respectively. Therefore the combination of 25% pymetrozine · thiamethoxam SC and 30% Dufulin WP can control SRBSDV.

Key words: pesticide; southern rice black streak dwarf virus (SRBSDV); control effect

0 引言

南方水稻黑条矮缩病毒(southern rice black-streaked dwarf virus, SRBSDV)是近年在华南新发现的一种水稻病毒,该病毒属于斐济病毒属(*Fijivirus*),其媒介昆虫是白背飞虱(*Sogatella furcifera* Horvath),它是由华南农业大学周国辉教授首先发现并命名^[1-2]。南方水稻黑条矮缩病首次发现是在2001年,之后一直在广东、广西、福建、海南等地呈小范围发生,2010年,该病害在中国广西、广东、江西、湖南、福建、贵州等多个省份呈突发加重趋势,据不完全统计,2010年,中国该病发生面积在133万 hm^2 ,给农业生产造成巨大的经济损失,因此,关于南方水稻黑条矮缩病及其防控的研究得到国内科研同行的广泛关注^[3-6]。针对南方水稻黑条矮缩病的为害,中国对南方水稻黑条矮缩病进行前期基础性工作,例如:进行病毒分子生物学研究,报道了该病毒的基因组结构和序列信息^[7-9],同时,还对南方水稻黑条矮缩病毒的分子检测技术^[10-12]、所致的病害的病理特征、传毒机制以及该病害的流行病学进行调查^[13-15]。然而,关于该病害的药剂防控工作,目前却少有报道^[16]。由于南方水稻黑条矮缩病近年呈现前期潜隐性强、流行扩散快、成灾重和防控难度大等特点,同时,针对该病缺乏有效防控药剂及措施,贵州大学绿色农药与农业生物工程国家重点实验室培育基地采用自主创制的高效低毒抗植物病毒药剂——毒氟磷(专利证书号:ZL200510003041.7)以及筛选的高效配方杀虫剂——25%吡蚜·噻虫嗪悬浮剂(专利公开号:CN 101569312A),从“治虫防病”、“虫病共防共治”的角度,进行防治南方水稻黑条矮缩病的药剂药效研究和防控措施探讨,以期获得防治南方水稻黑条矮缩病最佳的药剂防控技术方法,为防控该病害提供技术支持^[17]。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

30%毒氟磷WP(贵州大学绿色农药与农业生物工程国家重点实验室培育基地),8%宁南霉素AS(黑龙江强尔生化技术开发有限公司),25%吡蚜·噻虫嗪SC(吡蚜酮22.5%+噻虫嗪2.5%,贵州大学绿色农药与农

业生物工程国家重点实验室培育基地),10%醚菊酯MG(山西绿海农药科技有限公司)。

1.2 试验地点概况

试验地点设在广东省雷州市北和镇格内村(北纬 $20^{\circ}41'$,东经 $109^{\circ}52'$)。秧田土壤类型为水稻土,属砖红壤,粘质土,肥力中等,pH 6.5,稻田地势平坦,排灌方便,所有试验小区栽培及水肥管理等条件均一致。秧田前作为花生,本田前作为水稻。单季稻产量 $6750 \text{ kg}/\text{hm}^2$ 。试验水稻品种为‘博II优15’。种植方式是移栽,栽植密度约25万丛/ hm^2 。防治对象是南方水稻黑条矮缩病。

1.3 试验设计

试验参照2010年农业部农业技术推广服务中心“南方水稻黑条矮缩病全国协防组”的试验方案执行。试验以清水为空白对照(CK),共6个处理,分别是8%宁南霉素AS 50 mL(处理1),25%吡蚜·噻虫嗪SC 25 mL+30%毒氟磷WP 66 g(处理2),10%醚菊酯MG 30 g(处理3),30%毒氟磷WP 66 g(处理4),25%吡蚜·噻虫嗪SC 25 mL(处理5),清水对照(处理6)。每个处理3次重复,共18个小区。每个小区秧田面积为 41.4 m^2 ($18 \text{ m} \times 2.3 \text{ m}$),小区随机区组排列。小区间有宽0.5 m(宽)的保护行,采用塑料薄膜覆盖。处理秧田与本田定田移栽、调查,多余秧苗供农户移栽,并按常规管理。

2010年7月18日浸种,2010年7月20日播种育秧,2010年8月14日移植,2010年11月10日收割。按照试验方案和水稻生育期,第1次施药是在2010年7月24日,秧田1叶1心期;第2次施药是在2010年8月12日,秧田一送嫁药;第3次施药是在2010年8月25日,移植后11天,大田分蘖初期(第6代稻飞虱防治适期为2010年9月1日);第4次施药是在2010年9月29日,孕穗期(第7代稻飞虱防治适期为2010年9月29日)。施药时采用背负式3W-16型手摇喷雾器(工作压力0.2~0.3 MPa,喷孔口径1.0 mm),用水量 $900 \text{ kg}/\text{hm}^2$,常量均匀喷雾。施药时天气晴朗,平均气温 29.2°C 。药后24 h未遇雨。用药时建立水层3~5 cm,并保水3天以上。

各处理施肥时间及施用量均一致,全生育期共施尿素 412.5 kg/hm²,过磷酸钙 375 kg/hm²,氯化钾 300 kg/hm²,本田孕穗期追施复合肥。

1.4 药效调查

南方黑条矮缩病发生及发病程度参照文献[16]方法进行。0级:全株无病;1级:植株无明显矮化,高度比健株矮20%以内;3级:植株矮化,高度比健株矮20%~35%;5级:植株严重矮化,高度比健株矮35%~50%;7级:植株严重矮缩,高度比健株矮50%以上,或者死亡。收割前,还将染病植株分为“重度病株”和“中度病株”两类,“重度病株”为不抽穗植株,“中度病株”为包颈穗或成熟期稻叶仍特青绿不转黄,并分别计算其防效。在大田分蘖初期(2010年8月29日)和收割前(2010年11月7日)先后4次对各处理的南方黑条矮缩病(感)病株进行全区所有病株调查,计算各处理的病株数和病丛率。

$$\text{病丛率} = \frac{\text{发病总丛数}}{\text{调查总丛数}} \times 100\%$$

$$\text{防病效果} = \frac{\text{对照区发病率} - \text{药剂处理区发病率}}{\text{对照区发病率}} \times 100\%$$

1.5 产量测定

2010年11月7日用随机抽样的方式进行了“圆规”测产,每个小区随机选取3个点,每个点割一个1 m²,现场脱粒、除杂后称湿谷重,取样谷烘湿谷至恒重计算晒干率,再用1 m²湿谷重和样本晒干率计算单产。

1.6 统计方法

所得数据采用SPSS 11.5软件进行统计分析,其中药效调查数据采用LSD法进行方差分析,产量测定数据采用Duncan法进行方差分析。

2 结果与分析

2.1 对水稻的安全性

药后1周以后观察整个生长期水稻,各处理水稻生长正常,叶色、株高等无明显影响,未见叶片褪绿、畸形等,说明各药剂处理对水稻安全。

2.2 对南方水稻黑条矮缩病的防治效果

对每个小区所有稻株进行病害调查,如表1所示,在水稻不同生育期(2010年8月29日和2010年11月7日)调查每处理病丛率,并进行防效计算,数据表明,在大田分蘖初期(2010年8月29日),防治南方水稻黑条矮缩病的防效最好的是25%吡蚜·噻虫嗪 SC+30%毒氟磷 WP的处理,其防效为66.67%,其次,25%吡蚜·噻虫嗪 SC、10%醚菊脂 MG、30%毒氟磷 WP和8%宁南霉素 AS的防效分别为50.51%、33.33%、33.33%、17.12%。在收割前(2010年11月7日)对南方水稻黑条矮缩病的防效调查表明:防效最好的是25%吡蚜·噻虫嗪 SC+30%毒氟磷 WP的处理,其防效为73.24%;其次,25%吡蚜·噻虫嗪 SC、10%醚菊脂 MG、30%毒氟磷 WP和8%宁南霉素 AS的防效分别为46.48%、46.48%、43.66%、42.25%。结果表明,在田间未出现或刚出现南方黑条矮缩病显症时,按25%吡蚜·噻虫嗪 SC+30%毒氟磷 WP的处理方法,防控水稻南方黑条矮缩病可收到比其他处理组理想的防效。与此同时,在收割前,还对南方水稻黑条矮缩病病株进行初步分级和统计,结果如表2所示,在“重度病株”和“中度病株”2个处理组中,其防效趋势与表2显示出一致的趋势,这一结果同样证实了各种药剂对不同发生程度的病株具有一定的防治效果。

2.2 产量测定效果

如表3所示,25%吡蚜·噻虫嗪 SC+30%毒氟磷 WP处理的产量最高,干谷产量为4802.7 kg/hm²,比CK

表1 各药剂处理对南方黑条矮缩病的田间防治效果(2010年,广东雷州)

| 处理 | 剂量 | 8月29日 | | | 11月7日 | | |
|----------------------------|---|----------|-------|---------|----------|-------|---------|
| | | 每区病株均数/丛 | 病丛率/% | 防效/% | 每区病株均数/丛 | 病丛率/% | 防效/% |
| 25%吡蚜·噻虫嗪 SC +30%毒氟磷 WP | 375 mL/hm ² + 990 g/hm ² | 4.6 | 0.33 | 66.67dD | 43.70 | 3.12 | 73.24bA |
| 25%吡蚜·噻虫嗪 SC | 375 mL/hm ² | 6.9 | 0.49 | 50.51cC | 87.40 | 6.24 | 46.48aA |
| 10%醚菊脂 MG | 450 g/hm ² | 9.2 | 0.66 | 33.33aA | 89.70 | 6.41 | 45.07aA |
| 30%毒氟磷 WP | 990 g/hm ² | 9.2 | 0.66 | 33.33aA | 92.00 | 6.57 | 43.66aA |
| 8%宁南霉素 AS | 750 mL/hm ² | 11.5 | 0.82 | 17.12bB | 94.30 | 6.74 | 42.25aA |
| CK | — | 13.8 | 0.99 | — | 163.3 | 11.66 | — |

注:表中数据为3次重复的平均值,同列数据后小写字母不同表示差异显著性($P<0.05$),大写字母不同表示差异极显著性($P<0.01$)。

表2 各药剂处理对南方黑条矮缩病的田间防治效果(2010年,广东雷州)

| 处理 | 剂量 | 重度病株 | | | 中度病株 | | |
|----------------------|---|--------|-------|----------|--------|-------|---------|
| | | 病株均数/丛 | 病丛率/% | 防效/% | 病株均数/丛 | 病丛率/% | 防效/% |
| 25%吡蚜·噻虫嗪SC+30%毒氟磷WP | 375 mL/hm ² +990 g/hm ² | 18.4 | 1.31 | 72.48aBC | 25.3 | 1.81 | 73.77cC |
| 25%吡蚜·噻虫嗪SC | 375 mL/hm ² | 20.7 | 1.48 | 68.91aBC | 66.7 | 4.76 | 31.01aA |
| 10%醚菊脂MG | 450 g/hm ² | 32.2 | 2.30 | 51.68aA | 57.5 | 4.11 | 40.43bB |
| 30%毒氟磷WP | 990 g/hm ² | 25.3 | 1.81 | 61.97aB | 66.7 | 4.76 | 31.01aA |
| 8%宁南霉素AS | 750 mL/hm ² | 27.6 | 1.97 | 58.61aA | 66.7 | 4.76 | 31.01aA |
| CK | — | 66.7 | 4.76 | — | 96.6 | 6.90 | — |

注:表中“重度病株”为不抽穗植株,“中度病株”为包颈或成熟期稻叶仍特青绿不转黄。表中数据为3次重复的平均值,同列数据后小写字母不同表示差异显著性($P<0.05$),大写字母不同表示差异极显著性($P<0.01$)。

表3 试验各处理产量及差异显著性比较表

| 处理 | 干谷产量/(kg/hm ²) | | | | 比CK增产 | | 产量差异显著性 | | 方差分析 |
|----------------------|----------------------------|---------|---------|---------|--------------------------|--------|---------|----|----------------------------------|
| | I | II | III | 平均 | 产量/(kg/hm ²) | 百分数/% | 5% | 1% | |
| 25%吡蚜·噻虫嗪SC+30%毒氟磷WP | 4666.2 | 4879.65 | 4862.4 | 4802.7 | 936.15 | 292.35 | a | A | 处理间 F 值=5.337, 区组间 F 值=0.258 |
| 25%吡蚜·噻虫嗪SC | 4629.45 | 4603.8 | 4684.65 | 4639.35 | 772.65 | 249.75 | ab | A | |
| 10%醚菊脂MG | 4590.75 | 4675.8 | 4442.25 | 4569.6 | 702.9 | 230.7 | ab | AB | |
| 30%毒氟磷WP | 4723.05 | 4389.75 | 4361.7 | 4491.45 | 624.9 | 208.65 | ab | AB | |
| 8%宁南霉素AS | 4562.25 | 3915.6 | 3993 | 4156.95 | 290.25 | 104.7 | bc | AB | |
| CK | 3584.4 | 3693.9 | 4321.65 | 3866.7 | — | — | c | B | |

(3866.7 kg/hm²)增产 62.41 kg,增产 292.35%,并且该处理的产量比其他任何处理的产量要高。同时,比较 30%毒氟磷 WP 和 8%宁南霉素 AS 发现:30%毒氟磷 WP 处理组的产量、比CK增产分别是 4491.45 kg/hm²、624.9 kg 和 208.65%,而 8%宁南霉素 AS 处理组的产量、比CK增产和增产的百分数分别是 4156.95 kg/hm²、290.25 kg 和 104.7%,表明采用 30%毒氟磷 WP 的增产效果好于 8%宁南霉素的增产效果。此外,比较 25%吡蚜·噻虫嗪 SC 和 10%醚菊脂 MG 的产量发现:25%吡蚜·噻虫嗪 SC 处理组的产量为 4639.35 kg/hm²,与CK处理组相比,增产值和增产百分数分别是 772.65 kg 和 249.75%,而 10%醚菊脂 MG 处理组的产量为 4569.6 kg/hm²,与CK处理组相比,增产值和增产百分数分别是 702.9 kg 和 230.7%,表明采用 25%吡蚜·噻虫嗪 SC 防治南方水稻黑条矮缩病的增产效果约好于 10%醚菊脂 MG。

3 结论

在研究中笔者发现新型抗植物病毒剂——毒氟磷对南方水稻黑条矮缩病具有较好的防治效果和增产效果;同时,通过“虫病结合”的方式,将 30%毒氟磷 WP 和 25%吡蚜·噻虫嗪 SC 联合使用,能显著提高防效,并且增产效果也比较明显。

南方水稻黑条矮缩病是一种新病害,目前国内对于其的防控研究工作尚不多见,研究工作的核心是围绕创新药剂——毒氟磷进行防控效果评价,并研究毒氟磷对南方水稻黑条矮缩病的防控技术。研究的不足之处在于创新药剂——毒氟磷对于水稻各生育期感染南方水稻黑条矮缩病后的防控效果缺乏评价,毒氟磷防控南方水稻黑条矮缩病是否存在剂量关系以及抗病毒药剂的持效期、毒氟磷与现有市售抗病毒药剂品种间(例如:氨基寡糖素、噬肽霉素、香菇多糖、盐酸吗啉胍、三氮唑核苷等)在防控南方水稻黑条矮缩病上的优越性比较、是否存在协同效应等。此外,针对中国各个水稻种植区域(广东、广西、海南、福建、江西、湖南、贵州、湖北等)、早中晚稻和具体的水稻品种(不同的遗传背景),还缺乏相应的防控技术措施。

4 讨论

通过对南方水稻黑条矮缩病的田间防治试验中,笔者发现各种药剂对该病的防治均有一定的效果,同时,还发现最理想的防治方法是“虫病结合”的方式,将 25%吡蚜·噻虫嗪 SC 和 30%毒氟磷 WP 结合使用。此外,通过不同时间的田间调查发现,防效会随着时间的推移逐渐降低,这提示一旦发生南方水稻黑条矮缩病后,需要根据病害为害程度和药剂的持效期的特点,注意

施药剂量、间隔期和施药次数。为了积极有效防治南方水稻黑条矮缩病,在生产上提出如下的建议:(1)采用虫病结合的施药方式,进行“虫病共防共治”,并且防治时期重在秧田,切断毒链。(2)使用抗病毒剂时,注意抗病毒剂的作用方式和作用机制、药剂持效期和施药方法,例如,宁南霉素是一种钝化病毒的生物农药,因此,最好在带毒白背飞虱大暴发或病毒侵染或大量增殖时期使用;同时,使用时最好选在傍晚时候使用,以减少宁南霉素因光不稳定性所造成的降解^[18]。毒氟磷、氨基寡糖素、菇类蛋白多糖、超敏蛋白等均属于具有抗病免疫诱导病毒剂,具有抗病能力^[19],使用时最好在秧苗早期或发病前期使用,以提高水稻对病毒的抗病性,以减少水稻感染病毒的机率和抑制病毒在水稻体内的增殖。

参考文献

- [1] 周国辉,温锦君,蔡德江,等. 呼肠孤病毒科斐济病毒属一新种:南方水稻黑条矮缩病毒[J]. 科学通报,2008,53:2500-2508.
- [2] 周国辉,许东林,李华平. 广东发生水稻黑条矮缩病病原分子鉴定[A]. 中国植物病理学会2004年学术年会论文集[C]. 北京:中国农业科技出版社,2004:210-212.
- [3] 张松柏,张德咏,刘勇,等. 2009年造成湖南省水稻大面积矮缩的是南方水稻黑条矮缩病[J]. 植物保护,2010,36:98-100.
- [4] Ha Viet Cuong, Nguyen Viet Hai, Vu Trieu Man, et al. Rice dwarf disease in North Vietnam in 2009 is caused by southern rice black-streaked dwarf virus (SRBSDV) [J]. Bull. Inst. Trop. Agr., Kyushu Univ,2009,32:85-92.
- [5] 陈卓,郭荣,钟玲,等. 芦溪县麻田乡南方水稻黑条矮缩病暴发的原因[J]. 贵州农业科学,2010,38(10):118-120.
- [6] 郑松,罗全丽,宋聚群,等. 贵州南部南方水稻黑条矮缩病发生特点及防治措施[J]. 中国植保导刊,2011,31:22-23.
- [7] 周国辉,张曙光,邹寿发,等. 水稻新病害南方水稻黑条矮缩病发生特点及危害趋势分析[J]. 植物保护,2010,36(1):144-146.
- [8] Zhang H M, Yang J, Chen J P. A black-streaked dwarf disease on rice in China is caused by a novel fijivirus[J]. Arch Virol,2008,153:1893-1898.
- [9] Wang Q, Yang J, Zhou G H, et al. The complete genome sequence of two isolates of southern of rice black-streaked dwarf virus, a new member of the genus Fijivirus[J]. J Phytopathol,2010,158:733-737.
- [10] 周倩,朱俊子,梁晋刚,等. 南方水稻黑条矮缩病毒快速检测[J]. 基因组学与应用生物学,2010,29:1009-1012.
- [11] 季英华,高瑞珍,张野,等. 一种快速同步检测水稻黑条矮缩病毒和南方水稻黑条矮缩病毒的方法[J]. 中国水稻科学,2011,25:91-94.
- [12] 陈卓,宋宝安. 南方水稻黑条矮缩病的防治技术[M]. 北京:化学工业出版社,2011:49-72.
- [13] 刘万才,刘宇,郭荣. 南方水稻黑条矮缩病发生现状及防控对策[J]. 中国植保导刊,2010,30(3):17-18.
- [14] 郭荣,周国辉,张曙光. 水稻南方黑条矮缩病发生规律及防控对策初探[J]. 中国植保导刊,2010,17-20.
- [15] 王康,郑静君,张曙光,等. 室内试验证实南方水稻黑条矮缩病毒不经水稻种子传播[J]. 广东农业科学,2010,7:95-96.
- [16] 陈卓,刘家驹,宋宝安,等. 2010年南方水稻黑条矮缩病应急防控试验探究[J]. 贵州大学学报:自然科学版,2010,27(5):38-40,46.
- [17] Song B A, Yang S, Jin L H. Environment-Friendly Anti-Plant Viral Agent[M]. Springer Press,2009:234-253.
- [18] 秦世荣,张年辉,付竞峰,等. TMV或宁南霉素处理对烟草叶片及类囊体膜蛋白组成的影响[J]. 应用与环境生物学报,2004,10(2):158-161.
- [19] 陈卓,宋宝安. 南方水稻黑条矮缩病的防治技术[M]. 北京:化学工业出版社,2011:23-25.