吉沐祥,陈宏州,吴　祥,等. 8 种生物杀菌剂对草莓枯萎病菌室内抑菌活性的测定[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):103 – 106.

8 种生物杀菌剂对草莓枯萎病菌室内抑菌活性的测定

吉沐祥, 陈宏州, 吴　祥, 姚克兵, 王莉莉, 陈　源, 李国平
(江苏丘陵地区镇江农业科学研究所,江苏句容 212400)

摘要:为探明生物杀菌剂对草莓枯萎病菌的室内抑菌活性,采用菌丝生长速率法测定了 8 种生物杀菌剂对草莓枯萎病的室内抑菌活性。结果表明,申嗪霉素、寡雄腐霉、超敏蛋白、嘧啶核苷类抗菌素、乙蒜素、氨基寡糖素、井冈霉素、春雷霉素对草莓枯萎病菌的 EC_{50} 分别为 0.790 2、5.256 9、6.911 0、10.855 5、27.623 2、29.558 4、29.976 1、35.584 1 μg/mL。草莓枯萎病菌对 8 种生物杀菌剂的敏感性差异较大,供试草莓枯萎病菌对申嗪霉素最敏感,其次为寡雄腐霉。

关键词:草莓枯萎病菌;生物杀菌剂;抑菌活性
中图分类号: S436.67⁺4　　**文献标志码**: A　　**文章编号**:1002 – 1302(2014)09 – 0103 – 03

草莓(*Fragaria ananassa* Duch)以其果实柔软多汁、味道鲜美、营养丰富、生育期短、结果早和产量高等特点备受人们喜爱,在国际市场上具有重要的经济地位[1]。草莓枯萎病病原为尖孢镰刀菌草莓专化型(*Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*),只危害草莓,是重要的土传病害。该病导致草莓根系坏死,生长不良,矮小衰弱,叶无光泽,下部叶片变紫红色萎蔫状,叶柄和果梗的维管束变褐色或黑褐色,最后全株枯死。轻病株则结果减少,果实不能正常膨大,品质低劣。病菌在寄主病残体内以菌丝体或厚垣孢子或拟菌核在土壤中越冬,或在病残体、混有病残体的堆肥、种子内外越冬,一般可存活 6 ~8 年,带菌土壤是病害侵染的主要来源。环境条件适宜时,病菌借助带病母株、土壤、水源、农具等进行传播,从植株根部伤口或直接从幼根的表皮和根毛侵入,在植株维管束内繁殖,不断扩散到植株叶及根系,引起植株系统性发病,最后干枯死亡。病菌喜温暖潮湿环境,发病最适宜气候条件为 25 ~28 ℃,相对湿度 60% ~85%。草莓枯萎病的发病盛期在育苗中后期、假植期、定植初期。草莓枯萎病危害性大,是顽固性土传病害,土壤通透性差、过干过湿、多年连作、氮肥过多或有线虫危害的地块易导致枯萎病的严重发生[2]。

目前,草莓枯萎病的防治有农业防治、物理防治、化学防治和生物防治等方法。农业防治包括作物轮作、移栽脱毒种苗、选育抗病品种以及高架基质栽培等,由于提高了劳动强度、生产成本,或因解除连作障碍的效果不佳等因素,还没有在草莓种植中广泛应用。物理防治方法主要是利用高温土壤消毒技术,如袁会珠等采用室外小区试验方法,在草莓栽培过程中利用客土法、人工基质法、太阳能土壤消毒方法防治草莓土传病害,3 种防治方法增产幅度分别高达 100%、115%、129%,与溴甲烷土壤消毒差别不大,基本可以替代溴甲烷土壤消毒技术,但该类方法存在劳动强度大和严重环境污染问题[3]。随着化学防治导致病原菌抗药性、农药残留等问题日益加重,生态环境和食品安全受到威胁,因而环境友好型生物农药是化学农药的最佳替代产品。本研究采用菌丝生长速率法分别测定了 8 种生物杀菌剂对草莓枯萎病菌的室内毒力,并进行了防治草莓枯萎病的室内盆栽试验,以期为草莓枯萎病的防治和新型生物药剂的研发提供技术依据。

1　材料与方法

1.1　培养基

马铃薯培养基(PDA)[4],用于草莓枯萎病菌的分离、保存以及毒力测定。

1.2　菌株

草莓枯萎病菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*),采自镇江市句容草莓园,由江苏丘陵地区镇江农业科学研究所现代农业研究室分离、鉴定,按照柯郝法则(Koch's rule)[5]验证后保存备用。菌株保存于 PDA 斜面上(4 ℃)。

1.3　药剂

90% 乙蒜素(ethylicin),开封大地农化生物科技有限公司生产;67.1% 井冈霉素(Jinggangmycin),杭州正诚农化有限公司生产;65% 春雷霉素(kasugamycin),华北制药股份有限公司生产;95% 申嗪霉素(phenazine – 1 – carboxylic acid),上海农乐生物制品股份有限公司生产;80% 氨基寡糖素(oligosaccharins),潍坊华诺生物科技有限公司生产;3% 超敏蛋白(harpin protein),江苏省农垦生物化学有限公司生产;1.0 × 10^6 个孢子/g 寡雄腐霉(pythium oligandrum),捷克生物制剂有限公司生产;4% 嘧啶核苷类抗菌素(pyrimidine nucleoside antibiotics),武汉科诺生物有限公司生产。

1.4　仪器设备

电子天平(感量 0.1 mg)、GZP – 300A 培养箱、直径为 75 mm 的培养皿、三角瓶、移液器、移液管、洗耳球、打孔器、接种刀等。

1.5　试验方法

1.5.1　药液的配制及浓度设计　母液配制:将 90% 乙蒜素

收稿日期:2014 – 06 – 15
基金项目:江苏省科技支撑计划(编号:BE2012378);江苏省"六大人才高峰"项目(编号:2013 – NY – 001);江苏省镇江市农业科技支撑计划(编号:NY2013014)。
作者简介:吉沐祥(1963—),男,江苏宝应人,研究员,主要从事植保农药研究与开发。E – mail:jilvdun2800@163.com。
通信作者:李国平,研究员。E – mail:jrlgp@126.com。

和 95% 申嗪霉素分别用适量丙酮溶解并加入 10% 的吐温 -80,其他药剂分别用适量无菌水溶解,各药剂均配制成 1 000 μg/mL 的母液置于 4 ℃冰箱中备用。

不同药剂在含药 PDA 培养基中的浓度设计均为:0.781 25 ~ 100.000 00 μg/mL,共 8 个梯度浓度(表 1)。除母液外所有试验药剂系列浓度的药液均为现配现用。

1.5.2　敏感性检测　采用菌丝生长速率法[6],将保留的草莓枯萎病菌转接到 PDA 平皿中,在 25 ℃下活化 96 h,然后在近菌落边缘用打孔器制取直径为 5 mm 的菌饼,并转接到 1.4 倍比稀释配制的含药和空白对照的 PDA 平皿中,25 ℃培养 96 h,待对照中菌落长至约平皿直径的 4/5 时,采用十字交叉法量取菌落直径。

计算菌落直径均值,按照下列公式计算菌丝生长平均抑制率。菌丝生长平均抑制率 = [(对照菌落直径均值 - 处理菌落直径均值)/(对照菌落直径均值 - 接种菌饼直径)] × 100%。采用 DPS 13.0 专业版数据处理系统,计算出各药剂对草莓枯萎病菌菌丝生长抑制的回归方程、EC_{50} 及其 95% 置信限,并以最敏感药剂的 EC_{50} 值为对照求出相对毒力指数。

2　结果与分析

2.1　不同生物杀菌剂对草莓枯萎病菌丝生长的影响

申嗪霉素、乙蒜素、嘧啶核苷类抗菌素、春雷霉素、井冈霉素、寡雄腐霉、超敏蛋白、氨基寡糖素在含药 PDA 培养基中处理浓度为 0.781 25 ~ 100.000 00 μg/mL 时,对草莓枯萎病菌菌丝生长的抑制率分别为 50.00% ~ 100.00%、8.12% ~ 64.97%、2.60% ~ 91.15%、12.18% ~ 69.04%、6.03% ~ 78.39%、22.29% ~ 89.71%、10.67% ~ 92.13%、6.63% ~ 66.30%(表 1)。表明草莓枯萎病菌对不同的杀菌剂敏感性差异较大;此外发现各药剂对草莓枯萎病菌丝生长的最低抑制浓度(MIC 值)也有较大差异。

表 1　不同生物杀菌剂不同浓度对草莓枯萎病菌菌丝生长的抑制效果

药剂	处理浓度(μg/mL)	菌落直径均值(mm)	抑制率(%)	药剂	处理浓度(μg/mL)	菌落直径均值(mm)	抑制率(%)
申嗪霉素	100.000 00	5.00	100.00	乙蒜素	100.000 00	22.25	64.97
	50.000 00	6.75	96.07		50.000 00	25.25	58.88
	25.000 00	8.50	92.13		25.000 00	29.00	51.27
	12.500 00	12.00	84.27		12.5000 0	34.50	40.10
	6.250 00	15.25	76.97		6.250 00	39.25	30.46
	3.125 00	18.50	69.66		3.125 00	43.50	21.83
	1.562 50	21.75	62.36		1.562 50	48.25	12.18
	0.781 25	27.25	50.00		0.781 25	50.25	8.12
	CK	49.50			CK	54.25	
嘧啶核苷类抗菌素	100.000 00	9.25	91.15	春雷霉素	100.000 00	20.25	69.04
	50.000 00	12.25	84.90		50.000 00	27.75	53.81
	25.000 00	16.50	76.04		25.000 00	33.75	41.62
	12.500 00	25.50	57.29		12.500 00	37.75	33.50
	6.250 00	33.50	40.63		6.250 00	41.25	26.40
	3.125 00	43.75	19.27		3.125 00	44.25	20.30
	1.562 50	49.75	6.77		1.562 50	45.75	17.26
	0.781 25	51.75	2.60		0.781 25	48.25	12.18
	CK	53.00			CK	54.25	
井冈霉素	100.000 00	15.75	78.39	寡雄腐霉	100.000 00	9.50	89.71
	50.000 00	24.00	61.81		50.000 00	12.75	82.29
	25.000 00	33.75	42.21		25.000 00	16.50	73.71
	12.500 00	42.00	25.63		12.500 00	22.00	61.14
	6.250 00	45.00	19.60		6.250 00	25.25	53.71
	3.125 00	48.25	13.07		3.12 500	29.75	43.43
	1.562 50	49.50	10.55		1.562 50	36.00	29.14
	0.781 25	51.75	6.03		0.781 25	39.00	22.29
	CK	54.75			CK	48.75	
超敏蛋白	100.000 00	8.50	92.13	氨基寡糖素	100.000 00	20.25	66.30
	50.000 00	12.00	84.27		50.000 00	24.25	57.46
	25.000 00	15.75	75.84		25.000 00	27.50	50.28
	12.500 00	20.75	64.61		12.500 00	33.00	38.12
	6.2500 0	26.75	51.12		6.250 00	37.25	28.73
	3.125 00	34.25	34.27		3.125 00	42.25	17.68
	1.562 50	40.25	20.79		1.562 50	45.75	9.94
	0.781 25	44.75	10.67		0.781 25	47.25	6.63
	CK	49.50			CK	50.25	

2.2　草莓枯萎病菌对不同生物杀菌剂敏感性的比较

敏感性检测结果表明,申嗪霉素、寡雄腐霉、超敏蛋白、嘧啶核苷类抗菌素、乙蒜素、氨基寡糖素、井冈霉素、春雷霉素对草莓枯萎病菌的 EC_{50} 值分别为 0.790 2、5.256 9、6.911 0、10.855 5、27.623 2、29.558 4、29.976 1、35.584 1 μg/mL。8 种供试生物杀菌剂中,申嗪霉素对草莓枯萎病菌菌丝生长的抑制活性最强,而春雷霉素的抑制活性最低,二者 EC_{50} 值相差约 34.7939 μg/mL。以申嗪霉素的 EC_{50} 值为对照得出了不同杀菌剂相对毒力指数,寡雄腐霉、超敏蛋白、嘧啶核苷类抗菌素的相对毒力指数分别为 6.65、8.75、13.74;乙蒜素、氨基寡糖素、井冈霉素、春雷霉素的相对毒力指数在 34 ~ 46 之间(表 2)。表明我国自主开发的抗生素类生物杀菌剂——申嗪霉素对供试草莓枯萎病菌的抑制活性最强;寡雄腐霉、超敏蛋白、嘧啶核苷类抗菌素对草莓枯萎病菌的抑制活性较强;而井冈霉素和春雷霉素等生物杀菌剂对草莓枯萎病菌的抑制活性相对较弱。

表 2　草莓枯萎病菌对 8 种生物杀菌剂的敏感性检测结果

药剂种类	毒力回归方程	相关系数(r)	EC_{50}(μg/mL)	EC_{50} 的 95% 置信限(μg/mL)	相对毒力指数
申嗪霉素	$y=5.090\ 9+0.888\ 8x$	0.993 4	0.790 2	0.623 8 ~ 1.001 0	
寡雄腐霉	$y=4.311\ 3+0.955\ 5x$	0.998 0	5.256 9	4.831 7 ~ 5.719 5	6.65
超敏蛋白	$y=3.958\ 5+1.240\ 6x$	0.998 3	6.911 0	6.413 4 ~ 7.447 3	8.75
嘧啶核苷类抗菌素	$y=3.369\ 0+1.574\ 9x$	0.991 9	10.855 5	9.284 9 ~ 12.691 8	13.74
乙蒜素	$y=3.739\ 6+0.874\ 5x$	0.99 47	27.623 2	23.504 3 ~ 32.463 9	34.96
氨基寡糖素	$y=3.609\ 9+0.945\ 2x$	0.996 0	29.558 4	25.599 8 ~ 34.129 2	37.41
井冈霉素	$y=3.417\ 2+1.071\ 8x$	0.979 4	29.976 1	21.541 1 ~ 41.714 0	37.93
春雷霉素	$y=3.840\ 4+0.747\ 5x$	0.986 2	35.584 1	26.804 1 ~ 47.240 2	45.03

注:相对毒力指数 = 不同药剂的 EC_{50} 值/申嗪霉素的 EC_{50} 值。

3　结论与讨论

草莓连作障碍问题、草莓枯萎病的防治一直以来都引起了各级植保部门的高度关注。由于草莓为多年生植物,在同块地里连续多年种植后,致使土壤中病菌大量积累,加上品种抗病性下降、田间管理不善等影响因素,导致草莓枯萎病发病率逐年加重。目前,在抗草莓枯萎病品种缺乏的情况下,选择适当药剂并采用合适的施药方法是防治草莓枯萎病的重要措施。生物防治是防治草莓土传病害,解除草莓连作障碍技术研究的热点。王占武等以拮抗细菌 B501 在草莓根际进行定植防治草莓黄萎病,连续 2 年的田间防效分别达到了 93.9%、96.8%[7]。马宝红等利用 VAM 菌根菌(*Glomus mosseae* 和 *Glomus versiforme*),对草莓有促生、防黄萎病的效果[8]。冯玉龙等利用拮抗芽孢杆菌发酵液的硫酸铵沉淀物来防治草莓黄萎病[9]。徐淑华等利用 2 株拮抗细菌和多种植物提取物防治草莓黄萎病,并取得初步成效[10]。甄文超等利用药用植物源土壤添加物控制草莓再植病害,针对草莓再植病害的 3 种主要病原菌:*Rhizoctonia solani*、*Fusarium oxysporum* 和 *Verticillium dahliae* 筛选了 125 种药用植物腐解物提取液具有抑菌活性,并证明川芎和苦参的等量混合物有望用于草莓黄萎病害的防治[11]。赵秀娟等从草莓根围分离的拮抗细菌发酵液对草莓重茬病害有一定防效[12]。宋志伟等用 1 种复合微生物制剂对草莓黄萎病的田间防效达 76.9% ~ 84.6%[13]。Vosatka 等用 AMF(*Arbuscular micorrhizal* fungi)和 *Pseudomonas putida* 同时接种草莓根际土壤发现,它们具有增效互作作用[14];利用 *Agrobacterium radiobacter* 能够促进 AMF 在草莓根际定殖[15]。Porras 等利用太阳能土壤消毒和木霉菌剂结合的方法,明确了在太阳高温消毒后再添加生物菌剂的方法,2 年防效达 84.5%[16]。但在当前的草莓生产中,防治草莓枯萎病等土传病害,仍缺乏高效稳定的生防制剂。

本研究采用菌丝生长速率法测定了草莓枯萎病菌对寡雄腐霉、嘧啶核苷类抗菌素、春雷霉素,井冈霉素、超敏蛋白、乙蒜素、申嗪霉素、氨基寡糖素 8 种生物杀菌剂的室内毒力。结果表明,8 种生物杀菌剂的毒力大小顺序为申嗪霉素 > 寡雄腐霉 > 超敏蛋白 > 嘧啶核苷类抗菌素 > 乙蒜素 > 氨基寡糖素 > 井冈霉素 > 春雷霉素。申嗪霉素为我国自主开发的抗生素类生物杀菌剂,是由荧光假单胞菌菌株 M18 经发酵、提取而成,对西瓜枯萎病、辣椒疫病等土传病害有良好的防治效果[17],本研究中申嗪霉素对草莓枯萎病菌菌丝生长的抑制活性最强,表明该药剂具有较好的应用前景。本研究仅进行了杀菌剂的室内筛选,还有待于在田间开展药剂防治试验,同时还需进一步研究各类药剂的应用技术,确保草莓的绿色无公害生产。

参考文献:

[1]贾冬梅. 大棚草莓的主要病害及防治[J]. 河北果树,2000(1):38.

[2]邱　强,胡　淼,王志田. 原色西瓜甜瓜草莓病虫与营养诊断图谱[M]. 北京:中国科学技术出版社,1996:89 -90.

[3]Mass J L. Compendium of strawberry disease[M]. Minnesota:American Phytopathological Society,1998.

[4]赵　斌,何绍江. 微生物学实验[M]. 北京:科学出版社,2002:251.

[5]宗兆锋,康振生. 植物病理学原理[M]. 北京:中国农业出版社,2002:244 -245.

[6]Schwinn F. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of plant pathogens to fungicides:method for fungicide resistance in Tate blight of potato[J]. Plant Protection Bulletin,1982,30:69 -71.

[7]王占武,李晓芝,葛建国,等. 拮抗菌 B501 在草莓根际的定殖及对其他根际微生物的影响[J]. 河北农业科学,2002,6(3):14 -18.

[8]马宝红,甄文超,曹克强,等. VAM 真菌对草莓促生、防草莓黄萎病效应初探[J]. 河北农业大学学报,2004,27(4):71 -73.

张　斌,梁雪杰,乔俊卿,等. 29 种常用杀菌剂对番茄枯萎病菌和青枯病菌的室内毒力测定[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):106 - 109.

29 种常用杀菌剂对番茄枯萎病菌和青枯病菌的室内毒力测定

张　斌[1,2], 梁雪杰[2], 乔俊卿[2], 刘邮洲[2], 陈志谊[2]

(1. 南京农业大学植物保护学院,江苏南京 210095; 2. 江苏省农业科学院植物保护研究所,江苏南京 210014)

摘要:在实验室内,采用菌丝生长速率法测定了 29 种杀菌剂对番茄枯萎病菌的抑菌效果,采用纸碟法测定了 29 种杀菌剂对番茄青枯病菌的抑菌效果。结果表明,有 10 种杀菌剂对番茄枯萎病菌的毒力较强(EC_{50}值 < 10 mg/L),其中 50% 多菌灵可湿性粉剂对番茄枯萎病菌的毒力最强,其 EC_{50}值为 0.1218 mg/L,其次依次为 25% 氰烯菌酯悬浮剂、10% 氟硅唑微乳剂、25% 啶菌噁唑乳油、5% 己唑醇悬浮剂、10% 腈菌唑乳油、75% 百菌清可湿性粉剂、3% 中生菌素可湿性粉剂、50% 异菌脲可湿性粉剂、70% 甲基硫菌灵可湿性粉剂;有 3 种杀菌剂对番茄青枯病菌的毒力较强,其中 3% 中生菌素可湿性粉剂对番茄青枯病菌毒力最强,其 EC_{50}值为 3.3742 mg/L,其次依次为 80% 代森锰锌可湿性粉剂、2% 春雷霉素水剂。

关键词:番茄枯萎病菌;番茄青枯病菌;杀菌剂;抑菌效果;EC_{50}值

中图分类号: S482.2;S436.412.1　　**文献标志码**: A　　**文章编号**:1002 - 1302(2014)09 - 0106 - 04

番茄青枯病和枯萎病是番茄生产中的 2 种主要土传病害,具有寄主范围广、防治困难的特点,一直是国内外研究的焦点和热点[1-2]。番茄枯萎病是由番茄枯萎病菌(*Fusarium oxysporum*)引起的一种真菌性维管束疾病。青枯病是由 *Ralstonia solanacearum* 引起的一种细菌性维管束病害,广泛分布于全球热带、亚热带和温带地区,是世界性的重要病害。番茄青枯病又称细菌性枯萎病,田间发病症状与番茄枯萎病非常相似,多在番茄开花期间发生,随着坐果及果实膨大,病情逐渐加重。病原菌侵染维管束,阻塞其输送营养物质,病茎纵切面维管束变褐[3-5]。近年来,随着全国范围内设施蔬菜,如番茄、茄子、辣椒等种植面积的扩大,茄科青枯病和枯萎病已成为常见、易发、传播迅速的重要土传病害,严重影响蔬菜的产量和品质[6-7]。

用于防治番茄枯萎病和青枯病的方法有多种,但在生产上主要以化学防治为主,为了减少果农在农田用药时的盲目性,笔者对近年来生产上应用比较多的 29 种高效、低毒、广谱性杀菌剂在实验室内对番茄枯萎病菌、青枯病菌进行毒力测定,以期筛选出针对此 2 种病菌毒力作用大、抑菌效果好而药剂本身毒性低的杀菌剂供生产使用,为生产上科学合理用药提供参考依据。

1　材料与方法

1.1　材料

1.1.1　病原菌　番茄枯萎病菌(*Fusarium oxysporum*)及青枯病菌(*Ralstonia solanacearum*)均由江苏省农业科学院植物保护研究所生物防治研究室提供。

1.1.2　杀菌剂　供试杀菌剂详见表 1。

1.1.3　培养基[8]　PDA 培养基:马铃薯 200 g、葡萄糖 20 g、琼脂粉 15 g、水 1 000 mL。LB 培养基:蛋白胨 10 g、酵母粉 5 g、NaCl 10 g、琼脂粉 15 g、水 1 000 mL,pH 值 7。

1.2　方法

1.2.1　杀菌剂对番茄枯萎病菌的毒力测定方法　菌饼的制

收稿日期:2013 - 11 - 26

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(12)1004 - 6]。

作者简介:张　斌(1988—),男,安徽黄山人,专业硕士研究生,主要从事植物病理学及生物防治研究。E - mail:zhang840663325@163.com。

通信作者:陈志谊,研究员,主要从事植物病害生物防治研究。Tel:(025)84390230;E - mail:chzy@jaas.ac.cn。

[9]冯玉龙,阳　丽,王银定,等. 草莓病害生物防治初探[J]. 河北农业大学学报,1999,22(3):59 - 61.

[10]徐淑华,蒋继志,姚克文,等. 两株拮抗细菌对草莓根腐病菌的抑制作用[J]. 河北农业大学学报,2005,28(3):81 - 83,97.

[11]甄文超,曹克强,代　丽,等. 利用药用植物源土壤添加物控制草莓再植病害的研究[J]. 中国农业科学,2005,38(4):730 - 735.

[12]赵秀娟,徐文桥,张凤巧,等. 土壤拮抗微生物对几种草莓病原菌的拮抗作用测试[J]. 中国农业科技导报,2007,9(2):77 - 81.

[13]宋志伟,陈世昌,王小琳,等. 复合微生物制剂对重茬草莓生长及产量品质的影响研究[J]. 土壤通报,2006,37(3):560 - 562.

[14]Vosatka M,Gryndler M,Prikryl Z. Effect of the rhizosphere bacterium *Pseudomonas putida*,arbuscular mycorrhizal fungi and substrate composition on the growth of strawberry[J]. Agronomie,1992,12(10):859 - 863.

[15]Vosatka M,Gryndler,Jansa J,et al. Post vitro mycorrhization and bacterization of micropropagated strawberry,potato and azalea[J]. Acta Hort,2000,530:313 - 324.

[16]Porras M,Barrau C,Romero F. Effects of soil solarization and *Trichoderma* on strawberry production[J]. Crop Protection,2007,26(5):782 - 787.

[17]新农药介绍[J]. 农药科学与管理,2007,28(5):60.