

卢海燕,田家良,丁悦,等.蔬菜高效安全农药复配配方的筛选[J].江苏农业科学,2015,43(2):118-121.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.02.036

# 蔬菜高效安全农药复配配方的筛选

卢海燕,田家良,丁悦,刘贤金

(江苏省农业科学院/江苏省食品质量安全重点实验室/农业部农产品质量安全控制技术与标准重点实验室,江苏南京 210014)

**摘要:**研究丁烯氟虫腈、啉虫脒、杀虫单、烯啶虫胺 4 种单剂以及丁烯氟虫腈·啉虫脒、丁烯氟虫腈·烯啶虫胺、啉虫脒·杀虫单 3 种复配剂对小菜蛾的室内生物活性和田间药效。室内生物活性测定结果表明,供试的 4 种单剂和 3 种复配剂对小菜蛾的毒力存在较大差异。单剂中以丁烯氟虫腈的毒力最高,LC<sub>50</sub>为 18.51 mg a.i./L;烯啶虫胺和杀虫单次之,LC<sub>50</sub>分别为 163.85、188.48 mg a.i./L;啉虫脒最低,LC<sub>50</sub>为 260.94 mg a.i./L。丁烯氟虫腈·啉虫脒复配剂比例为 4:1、2:1、1:1 时对小菜蛾毒力增效明显,共毒系数分别为 133.65、123.11、120.45;啉虫脒·杀虫单复配剂比例为 10:1、5:1 时增效显著,共毒系数分别为 133.18、122.62;丁烯氟虫腈·烯啶虫胺复配剂 5 个配比均表现为相加作用。田间药效结果表明,3 种复配剂在药后 3 d 对小菜蛾的田间防效均高于 75%,药后 7 d 防效均高于 80%,高用量时可以达到 90% 以上。40% 丁烯氟虫腈·啉虫脒乳油 600 mL/hm<sup>2</sup>、40% 丁烯氟虫腈·烯啶虫胺乳油 300 mL/hm<sup>2</sup>、44% 啉虫脒·杀虫单悬浮剂 1 500 mL/hm<sup>2</sup> 对小菜蛾的田间防效优于对照药剂 5% 丁烯氟虫腈乳油 450 mL/hm<sup>2</sup>。3 种复配剂以 40% 丁烯氟虫腈·烯啶虫胺乳油用量最少,防效最高,40% 丁烯氟虫腈·啉虫脒乳油次之,与对照药剂相比,这 2 种复配剂均可以在降低农药使用量的同时达到同样的防治效果,从而大大减少农药单剂在蔬菜上的残留量,44% 啉虫脒·杀虫单悬浮剂用量较大,但从剂型的安全性和用药成本考虑,也是较理想的选择。

**关键词:**蔬菜;小菜蛾;高效安全农药;复配配方;筛选

**中图分类号:** TQ450.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)02-0118-03

农药复配对于延长农药的使用寿命、缓解靶标生物的抗性、扩大防治谱、降低防治成本、提高药效和环境安全性等方面具有重要的意义。因此,世界各国对农药复配的研究都极为重视。如 1975—1976 年间,北美市场上出售的 5 000 多种农药制剂中,复配剂约占 20%;而 1977—1978 年间,日本和美国登记的农药品种中复配剂的比例更高达 50% 左右。我国关于农药复配剂的研究也很多<sup>[1-9]</sup>,至 1999 年底,获得临时登记的复配品种所占比例高达 52.7%<sup>[1,10]</sup>。

害虫抗药性是导致害虫猖獗的重要原因之一,也是影响杀虫药剂使用效果的关键因子。抗药性是一个普遍现象,目前,科学上没有办法阻止抗药性的产生,但是可以通过早期监测,采取相应的预防性的抗药性治理策略,延长药剂的使用寿命。我国蔬菜上主要的害虫有小菜蛾、菜青虫、蚜虫、甜菜夜蛾、斜纹夜蛾、斑潜蝇、烟粉虱、跳甲等,主要防治药剂有多杀霉素、氟虫腈、阿维菌素、氟铃脲、甲维盐、啉虫脒、高效氯氟菊酯等。多种蔬菜害虫已对主要的防治药剂产生抗药性,由于抗药性的产生,农民为达到一定的防治效果会加大施药剂量,导致农药残留超标,严重影响农产品安全。使用复配药剂可

以减少农药的使用次数,减少在田间的使用量,可减少在作物和环境中的残留,有利于生态环境的保护<sup>[11]</sup>。

研究高效安全的农药复配剂对防治蔬菜害虫、保障蔬菜安全生产很有必要。本试验研究了 4 种农药及其二元复配剂对蔬菜主要害虫小菜蛾的室内生物活性和田间防效,以期降低蔬菜农药残留、保障蔬菜质量安全、筛选高效替代农药提供技术贮备。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

1.1.1 蔬菜 结球甘蓝 (*Brassica oleracea* var. *capitata*)。试验前未施用任何农药,正常田间管理。选择移栽 30 d 左右的健康甘蓝,取从内数第 3 张至第 4 张健康叶片,洗净,剪成直径 7 cm 左右的圆形,自然晾干备用。

1.1.2 昆虫 小菜蛾 (*Plutella xylostella*),室内连续饲养的敏感种群,取 2 龄幼虫供试。

1.1.3 药剂 均为原药,共 4 种,烟碱类农药烯啶虫胺 (95%,江苏连云港立本农药化工有限公司生产);沙蚕毒素类农药杀虫单 (95%,江苏天容化学股份有限公司生产);杂环类农药啉虫脒 (97%,江苏省高邮市丰田农药有限公司生产);苯基吡唑类农药丁烯氟虫腈 (95%,大连瑞泽农药股份有限公司生产)。

1.1.4 仪器与试剂 电子天平 (感量 0.1 mg)、容量瓶、培养皿 (直径 9 cm)、烧杯、长试管、移液器、镊子、滤纸、纱布、脱脂棉、标签、记号笔、秒表、丙酮、吐温-80 等。

### 1.2 室内生测

1.2.1 药剂处理 采用浸叶法。将原药用丙酮溶解,再用

收稿日期:2014-04-21

基金项目:国家自然科学基金 (编号:31201356);江苏省农业科技自主创新资金 [编号: CX (13) 3087];江苏省自然科学基金 (编号: BK20130701);公益性行业 (农业) 科研专项 (编号: 201303088)。

作者简介:卢海燕 (1982—),女,浙江台州人,博士,从事农产品产供过程安全管控技术研究。Tel: (025) 84390401; E-mail: luhaiyan8282@163.com。

通信作者:刘贤金,博士,研究员,从事农药毒理、残留等副作用监控技术研究。E-mail: jaasliu@jaas.ac.cn。

0.1%吐温-80 溶液稀释,杀虫单原药用水直接溶解和稀释,分别配制单剂母液。先进行预备试验,将待测农药稀释成系列浓度的药液,把已准备好的甘蓝叶片浸入药液,浸泡 30 s 后取出自然晾干,装入培养皿,每处理接 15 头小菜蛾 2 龄幼虫,用黑布封口,在温度为 (25 ± 2) ℃、光-暗周期 14 h-10 h、相对湿度为 70%~80%的条件下饲养,24 h 检查死(活)虫数,计算校正死亡率,求出死亡 10% 和 90% 的浓度。根据预备试验结果,将各药剂对小菜蛾死亡率 10% 和 90% 的浓度范围内分别稀释成 5 个系列浓度,试验测定方法同预备试验。每处理重复 4 次,同时以相应的溶剂处理作为对照,对照死亡率低于 5% 为有效试验。复配剂的配制与试验方法同预备试验,每种复配剂设置 5 个不同配比。

1.2.2 调查与数据统计 处理后 24 h 调查试虫死亡情况,记录总虫数和死虫数。计算死亡率和校正死亡率,并运用 DPS 软件计算出毒力回归方程、相关系数、致死中量、95% 置信区间及标准误,采用孙云沛法求出毒力指数、理论毒力指数、实际毒力指数及混剂的共毒系数 CTC 值,并据此作出综合评价,CTC≥120 表示增效作用,80 < CTC < 120 表示相加作用,CTC≤80 表示拮抗作用。

毒力指数 (TI) = (标准药剂的 LC<sub>50</sub>值/供试药剂的 LC<sub>50</sub>值) × 100;

混剂 (M) 的实际毒力指数 (ATI) = (A 药剂的 LC<sub>50</sub>值/M 药剂的 LC<sub>50</sub>值) × 100;

混剂 (M) 的理论毒力指数 (TTI) = A 药剂的 TI × M 药剂中 A% + B 药剂的 TI × M 药剂中 B%;

混剂的共毒系数 (CTC) = (ATI/TTI) × 100。

1.3 田间药效

1.3.1 药剂制备 按“1.2”节试验得到的最佳配比,将丁烯氟虫腈·啮虫脒、丁烯氟虫腈·烯啶虫胺分别制备成一定浓度的乳油,将啮虫·杀虫单制备成一定浓度的水悬浮剂。乳

油制备方法如下:将药剂 A (按比例)用丙酮溶解,再依次加入药剂 B (按比例)、DMF (5%)、农乳 2201 (5%)、农乳 0206 (5%),然后用甲苯填充至 100%,将上述混合物在容量瓶中混合均匀即成复配剂乳油;水悬浮剂制备方法如下:将啮虫脒 (按比例)用丙酮溶解,再依次加入杀虫单 (按比例)、木质素磺酸钠 (5%)、OP-10 (5%)、CMC (1%)、有机硅酮 (0.01%)、乙二醇 (8%),按上述比例置于反应釜中,用水加至 100% 混合均匀,再将混合物引入砂磨机中碾磨至物料细度为 1~5 μm;碾磨后混合均匀即成杀虫单啮虫脒水悬浮剂。

1.3.2 药剂处理 试验于江苏省农业科学院试验田内进行。将上述制备的复配剂乳油,按照中华人民共和国农药田间药效试验准则 GB/T 17980.13—2000《杀虫剂防治十字花科蔬菜的鳞翅目幼虫》实施。每处理 4 次重复,每重复为 1 个小区,每小区面积 20 m<sup>2</sup>,随机区组排列。用 MATABA 手动喷雾器常规施药,用药液量 750 kg/hm<sup>2</sup>。选取生产上的常规防治药剂 5% 丁烯氟虫腈乳油作对照。

1.3.3 调查与数据统计 每小区 5 点取样,每点定点查 3 株,共 15 株,药前调查虫口基数,药后 3、7 d 调查残虫量,计算校正防效。采用邓肯氏新复极差法对试验数据进行分析。

2 结果与分析

2.1 室内毒力

丁烯氟虫腈、啮虫脒、杀虫单、烯啶虫胺 4 种单剂及丁烯氟虫腈·啮虫脒、丁烯氟虫腈·烯啶虫胺、啮虫·杀虫单 3 种复配剂对小菜蛾的室内生物活性测定结果见表 1、表 2、表 3。单剂中以丁烯氟虫腈的毒力最高,啮虫脒最低;在本试验设置的比例与浓度内,3 种复配剂均表现出良好的生物活性,其中丁烯氟虫腈·啮虫脒混剂比例为 4:1、2:1、1:1 时,啮虫·杀虫单混剂比例为 10:1、5:1 时对小菜蛾毒力增效明显,其他配比时表现为相加作用,未出现拮抗作用。

表 1 丁烯氟虫腈·啮虫脒复配对小菜蛾的室内毒力

药剂	毒力回归式	相关系数 (r)	LC <sub>50</sub> (mg a. i. /L)		共毒系数
			95% 置信区间	平均值	
丁烯氟虫腈 (A)	y = 2.631 7x + 1.664 7	0.991 8	15.77 ~ 21.72	18.51	
啮虫脒 (B)	y = 2.066 2x + 0.006 8	0.995 6	217.68 ~ 312.81	260.94	
A · B1 (4 : 1)	y = 1.607 7x + 3.021 5	0.994 4	12.43 ~ 23.28	17.01	133.65
A · B2 (2 : 1)	y = 1.515 4x + 2.972 5	0.992 6	16.41 ~ 28.90	21.78	123.11
A · B3 (1 : 1)	y = 1.725 1x + 2.485 0	0.995 6	22.98 ~ 35.85	28.70	120.45
A · B4 (1 : 2)	y = 1.587 6x + 2.418 8	0.989 5	33.80 ~ 52.82	42.25	115.10
A · B5 (1 : 4)	y = 1.535 7x + 2.222 1	0.991 1	49.56 ~ 83.69	64.40	111.95

表 2 丁烯氟虫腈·烯啶虫胺对小菜蛾的室内毒力

药剂	毒力回归式	相关系数 (r)	LC <sub>50</sub> 的 95% 置信区间	LC <sub>50</sub>	共毒系数
			(mg a. i. /L)	(mg a. i. /L)	
丁烯氟虫腈 (A)	y = 2.631 7x + 1.664 7	0.991 8	15.77 ~ 21.72	18.51	
烯啶虫胺 (C)	y = 1.733 5x + 1.161 2	0.994 2	130.00 ~ 206.52	163.85	
A · C1 (4 : 1)	y = 1.653 3x + 2.866 1	0.986 1	12.80 ~ 29.79	19.53	115.22
A · C2 (2 : 1)	y = 1.796 6x + 2.512 6	0.987 9	17.17 ~ 34.22	24.24	108.42
A · C3 (1 : 1)	y = 1.682 3x + 2.370 2	0.988 4	27.71 ~ 48.28	36.58	90.93
A · C4 (1 : 2)	y = 1.597 1x + 2.255 4	0.991 9	41.14 ~ 66.47	52.29	86.63
A · C5 (1 : 4)	y = 1.831 4x + 1.566 4	0.992 9	61.52 ~ 91.36	74.97	85.03

2.2 田间药效

根据市场调研产品价格分析及室内毒力测定结果,将丁烯氟虫腈·啮虫脒配制浓度为 40% 的、有效成分配比为

1:1 的乳油,将丁烯氟虫腈·烯啶虫胺配制浓度为 40% 的、有效成分配比为 1:1 的乳油,将啮虫·杀虫单配制浓度为 44%、有效成分配比为 10:1 的水悬浮剂,进行田间药

表 3 啉虫·杀虫单对小菜蛾的室内毒力

药剂	毒力回归式	相关系数 ( <i>r</i> )	95% 置信区间 (mg a. i. /L)	LC <sub>50</sub> (mg a. i. /L)	共毒系数
杀虫单(D)	$y=2.672\ 1x-1.079\ 8$	0.997 8	162.21~218.99	188.48	
啉虫脒(B)	$y=2.066\ 2x+0.006\ 8$	0.995 6	217.68~312.81	260.94	
B·D1(10:1)	$y=1.148\ 2x+2.517\ 9$	0.992 7	106.88~197.11	145.15	133.18
B·D2(5:1)	$y=1.149\ 2x+2.463\ 5$	0.991 7	118.56~219.09	161.17	122.62
B·D3(1:1)	$y=1.126\ 4x+2.449\ 0$	0.989 3	133.93~252.71	183.97	119.09
B·D4(1:5)	$y=1.144\ 0x+2.311\ 0$	0.996 8	161.55~311.09	224.18	109.39
B·D5(1:10)	$y=1.097\ 6x+2.365\ 8$	0.995 7	176.76~356.98	251.20	100.40

效试验。

试验结果表明,3 种复配剂在药后 3 d 对小菜蛾的田间防效均高于 75%,药后 7 d 防效均高于 80%,高用量时可以达到 90% 以上。40% 丁烯氟虫腈·啉虫脒乳油 600 mL/hm<sup>2</sup> 对小菜蛾的田间防效优于对照药剂 5% 丁烯氟虫腈乳油用量 450 mL/hm<sup>2</sup>,40% 丁烯氟虫腈·啉虫脒乳油用量 300 mL/hm<sup>2</sup> 的防效与对照相当(表 4)。40% 丁烯氟虫腈·烯啶虫胺乳油 300 mL/hm<sup>2</sup> 对小菜蛾的田间防效优于对照药剂(表 5)。44% 啉虫·杀虫单悬浮剂 600 mL/hm<sup>2</sup> 与对照药剂对小菜蛾的田间防效相当(表 6)。3 种复配剂以 40% 丁烯氟虫腈·烯啶虫胺乳油用量最少,防效最高,40% 丁烯氟虫腈·啉虫脒乳油次之,与对照药剂相比,这 2 种复配剂均可以在降低农药使用量的同时达到同样的防治效果,从而大大减少农药单剂在蔬菜上的残留量,44% 啉虫·杀虫单悬浮剂用量较大,但从剂型的安全性和用药成本考虑,也是较理想的选择。

表 4 40% 丁烯氟虫腈·啉虫脒乳油防治小菜蛾的田间试验结果

药剂	用量 (mL/hm <sup>2</sup> )	校正防效(%)	
		药后 3 d	药后 7 d
40% 丁烯氟虫腈·啉虫脒乳油	150	77.30Ac	81.73Ac
	300	82.73Ab	84.80Ab
	600	87.53Aa	92.28Aa
5% 丁烯氟虫腈乳油(CK)	450	83.70Ab	88.20Ab

注:同列数据后不同小写、大写字母分别表示差异显著( $P<0.05$ )、极显著( $P<0.01$ )。表 5、表 6 同。

表 5 40% 丁烯氟虫腈·烯啶虫胺乳油防治小菜蛾的田间试验结果

药剂	用量 (mL/hm <sup>2</sup> )	校正防效(%)	
		药后 3 d	药后 7 d
40% 丁烯氟虫腈·烯啶虫胺乳油	75	77.34Ac	83.35Ac
	150	80.37Ac	85.12Ac
	300	89.95Aa	93.71Aa
5% 丁烯氟虫腈乳油(CK)	450	83.70Ab	88.20Ab

表 6 44% 杀虫单·啉虫脒水悬浮剂防治小菜蛾的田间试验结果

药剂	用量 (mL/hm <sup>2</sup> )	校正防效(%)	
		药后 3 d	药后 7 d
44% 啉虫·杀虫单悬浮剂	300	76.57Cc	81.04Bb
	600	81.95Bb	84.79ABb
	1 200	90.58Aa	92.52Aa
5% 丁烯氟虫腈乳油(CK)	450	83.70Bb	88.20ABa

3 结论与讨论

农药合理复配,可增效、兼治、延缓抗性、减少成本、降低

残留等,已有许多复配药剂用于防治蔬菜上的害虫,如防治小菜蛾的阿维·毒死蜱、甲维·氟铃脲等,防治烟粉虱的啉虫脒·烯啶虫胺、联菊·啉虫脒等,防治跳甲的有啉虫脒·氟虫腈、啉虫·毒死蜱等,防治斑潜蝇的阿维·高氯,防治盲椿象的氯氟·毒死蜱等<sup>[1,12~21]</sup>。

本研究选用 2 种主要防治蔬菜上鳞翅目害虫的药剂(丁烯氟虫腈、杀虫单)与 2 种主要防治同翅目害虫的药剂(烯啶虫胺、啉虫脒)进行二元复配。丁烯氟虫腈对菜青虫、小菜蛾等许多害虫具有高活性,特别是对水稻、蔬菜等作物上的害虫呈现了与氟虫腈同等的活性。同时,由于该药剂对鱼类低毒,为其在水稻、蔬菜上的应用开辟了更广的空间;烯啶虫胺广泛应用于园艺和农业上防治同翅目和半翅目害虫;啉虫脒主要用于蔬菜上同翅目害虫的防治;杀虫单因对人畜和水生生物安全、对螟虫高效且价格低廉,成为近 20 年来防治水稻螟虫的首选药剂。本研究所选复配剂丁烯氟虫腈·啉虫脒、丁烯氟虫腈·烯啶虫胺、啉虫·杀虫单尚无相关报道。

本研究复配配方拟解决杀虫单、啉虫脒单剂使用量大、防治效果下降和丁烯氟虫腈、烯啶虫胺使用成本较高以及蔬菜农药残留超标等问题。室内生物活性测定结果表明,丁烯氟虫腈·啉虫脒 5 种不同配比中有 3 种(4:1,2:1,1:1)对小菜蛾增效明显,啉虫·杀虫单 5 种配比中有 2 种(10:1,5:1)表现出增效作用,丁烯氟虫腈·烯啶虫胺 5 种配比均表现为相加作用;田间防效试验结果表明,3 种复配剂对小菜蛾的防效优于常规药剂或与其相当。因此,通过本研究配方筛选得到的复配剂既可以保证对小菜蛾的防治效果,又能有效降低农药单剂在蔬菜上的残留,达到科学用药相互增益的效果。

参考文献:

[1] 王小艺,王跃龙,欧晓明. 农药混剂配比研究的一种实用寻优方法初探[J]. 农药学报,2005,7(1):40-44.  
[2] 徐小燕,陈杰,台文俊,等. 两种除草剂复配评价方法的研究[J]. 杂草科学,2007(2):27-30.  
[3] 万莉,高立明,秦蓁,等. 杀虫剂二元复配剂最佳配比的筛选[J]. 西南师范大学学报:自然科学版,2008,33(1):53-57.  
[4] 徐德进,顾中言,徐广春,等. 杀虫剂 18 种单剂和 10 种复配剂对褐飞虱和灰飞虱的活性差异[J]. 江苏农业学报,2009,25(2):286-290.  
[5] 凤舞剑,张朝伦. 高效氯氟氰菊酯和印楝素混剂的室内毒力测定[J]. 江苏农业科学,2009(1):136-136,137.  
[6] 顾中言,陈明亮,许小龙,等. 共毒系数在杀虫剂混用联合作用评判中的偏差及校正[J]. 江苏农业学报,2010,26(6):1238-1246.

刘 政,孙 艳,张学坤,等. 木霉菌分离培养基的优化及对黄萎病的拮抗筛选[J]. 江苏农业科学,2015,43(2):121-123.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.02.037

# 木霉菌分离培养基的优化及对黄萎病的拮抗筛选

刘 政,孙 艳,张学坤,陈 兵

(新疆农垦科学院棉花研究所/农业部西北内陆区棉花生物学与遗传育种重点实验室/  
新疆兵团棉花遗传改良与高产栽培重点实验室,新疆石河子 832000)

**摘要:**为了确定适合从土壤中分离木霉菌的培养基,设计 5 种不同的组合配方,经研究发现,土壤稀释 10 倍后用改良的 PDA + 0.15 g/L 孟加拉红培养基分离土壤,能够减少菌落重叠,使菌落容易辨别,适合木霉菌的分离;经过平板对峙培养,筛选出 4 株对棉花黄萎病具有拮抗作用的木霉菌,分别为 T1、T10、T25、T34,其生长速率分别是棉花黄萎病菌的 7.89、7.92、7.87、7.76 倍。

**关键词:**木霉菌;培养基;黄萎病菌;拮抗筛选

**中图分类号:**S435.621.2

**文献标志码:**A

**文章编号:**1002-1302(2015)02-0121-03

土壤是微生物生存的大本营,木霉菌是土壤中普遍存在的一类真菌,属于半知菌类丝孢目丛梗孢科木霉属(*Trichoderma* spp.)<sup>[1]</sup>。它可以产生一些抗生物质并寄生在其他真菌上<sup>[2-3]</sup>,与其他微生物形成空间或营养上的竞争关系<sup>[4-6]</sup>,能够抑制或降解某些病原体为侵入植物而分泌的果胶酶和其他酶类的合成<sup>[7]</sup>;此外,还与植物建立协同共生的关系,并能诱导植物抗性、激发植物防御反应机制等<sup>[8]</sup>。目前,木霉菌作为生物防治的优势菌在植病生防中的应用潜力越来越受到重视,而木霉菌在从土壤分离培养的过程中因土壤微生物种类较多、群落结构复杂,极易漏筛掉优良的木霉菌株,所以选择适合木霉菌分离的培养基非常关键。本研究设

计 5 种不同配方的培养基和不同的稀释浓度,利用新疆兵团棉花黄萎病严重发病的土壤为研究材料,找到适合木霉菌分离的培养基和稀释浓度,筛选出拮抗性强的木霉菌并研究其对棉花黄萎病菌的拮抗作用,为今后从土壤中大批量地筛选木霉菌提供一套可行的方法,同时筛选获得的木霉菌株为今后开展小区试验和田间试验提供基础条件。

## 1 材料与方法

### 1.1 木霉菌分离培养基的配制

1.1.1 木霉菌基础分离培养基 (1)PDA 培养基。马铃薯 200 g、葡萄糖 30.0 g、琼脂 20.0 g,蒸馏水定容至 1 000 mL,121 ℃ 灭菌 20 min 备用。(2)TSM 培养基。K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.9 g、MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O 0.2 g、KCl 0.15 g、NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 1.0 g、葡萄糖 3.0 g、孟加拉红 0.15 g、60% 敌克松可湿性粉剂 0.3 g、五氯硝基苯(PCNB) 0.2 g、琼脂 20.0 g,蒸馏水定容至 1 000 mL,121 ℃ 灭菌 20 min,用之前加入 100 mg/L 氯霉素。

1.1.2 木霉菌改良分离培养基 设置 TSM 培养基、TSM 培养基 + 0.08 g/L 三唑酮、PDA + 0.15 g/L 孟加拉红、PDA +

收稿日期:2014-03-17

基金项目:国家自然科学基金(编号:31360452,41161068);兵团技术转移项目(编号:2012BD057);兵团青年创新基金(编号:2011CB001)。

作者简介:刘 政(1979—),男,安徽阜阳人,硕士,助理研究员,主要从事棉花病害生物防治方面的研究。Tel:(0993) 6683537;E-mail:lzh8200@126.com。

[7]陈雪林,孙 蓉,杜予州,等. 阿维菌素与三种杀虫剂对西花蓟马的联合毒力[J]. 植物保护,2011,37(5):206-209.

[8]顾中言,徐德进,徐广春,等. 农药二元混用对二化螟、褐飞虱和灰飞虱的综合毒力与互作效应[J]. 江苏农业学报,2011,27(6):1227-1235.

[9]顾中言,许小龙,徐德进,等. 用等效线评判稻田“桶混”农药联合作用方式的研究[J]. 江苏农业学报,2013,29(5):1025-1033.

[10]张志勇. 叶菜类蔬菜农药残留防控体系研究[D]. 南京:南京农业大学,2008.

[11]杨向黎,林爱军,王 军. 我国农药混剂的开发与应用现状[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2001,32(4):544-548.

[12]黄玉清. 敌畏·高氯乳油防治菜青虫田间药效试验初报[J]. 福建农业科技,2005(4):34.

[13]丁 琦,王树栋,徐守健,等. 6 种杀虫剂对小菜蛾的田间药效评价[J]. 现代农药,2005,4(2):35-36,45.

[14]王金山. 3 种杀虫剂混合增效剂的筛选[D]. 重庆:西南大

学,2007.

[15]王亚廷,刘亚敏,李 波,等. 20% 高氯·辛微乳剂防治菜青虫田间药效试验[J]. 农药科学与管理,2007,28(5):36-37,56.

[16]胡国胜. 阿维菌素与三种菊酯类农药复配微乳剂的研制[D]. 重庆:西南大学,2008.

[17]申 君. 桃蚜的抗药性监测、杀虫剂的配方筛选及其增效生化机理的研究[D]. 武汉:华中农业大学,2010.

[18]王玉卿,肖 春,曹雅忠,等. 两种杀菌剂和杀虫剂复配制剂对小麦主要病虫害的防治效果评价[J]. 植物保护,2010,36(2):157-160,164.

[19]邓金花,张 青,顾俊荣,等. 几种药剂复配对油菜菌核病的防治效果比较[J]. 江苏农业科学,2011,39(3):152-153.

[20]米凤玉. 几种复配杀虫剂的杀虫作用及机理研究[D]. 武汉:华中农业大学,2011.

[21]闫瑞坤,周国英,伍 南. 3 种植物提取物复配松梢螟幼虫的联合毒力作用[J]. 中国农学通报,2012,28(7):27-31.