文章编号:1674 - 7054(2010)04 - 0342 - 04

东亚飞蝗烟雾载药防治技术

邬国良[1],吴曼峰[2],袁群雄[2],黎忠诚[1],郑服丛[1]
(1. 海南大学 环境与植物保护学院(儋州校区),海南 儋州 571737;2. 儋州市农业技术推广服务中心 ,海南 儋州 571737)

摘 要:以海南西部甘蔗地与宿根甘蔗撩荒地的东亚飞蝗为对象,应用烟雾载药技术进行田间防治试验,施药量 1 500 ~ 3 000 mL · hm^{-2},采用样框法和目数法相结合调查药效,以罩笼法试验作旁证。罩笼结果表明,第 3 天虫口减退率达 92.75% ~ 100%;田间小区试验表明,在施药 1 d 后蝗虫种群急剧减少,第 7 天虫口减退率达 62.51% ~ 95.87%,第 15 天校正防效维持在 61.00% ~ 82.61% 之间,高于常规喷雾的 40.32% ~ 46.23%。在田间小区试验成功后,进行了 1 700 hm^2 的大田推广试验,在 1 500 ~ 3 000 mL · hm^{-2} 施药量条件下,药后 7 d 虫口减退率达 78.27% ~ 97.52%。烟雾载药技术可用于甘蔗地和宿根甘蔗撩荒地东亚飞蝗大发生时地面应急防控。

关键词:东亚飞蝗;烟雾载药;药效
中图分类号:S 433.2 **文献标志码**:A

近 10 多年来,东亚飞蝗在海南西部蝗区三度爆发成灾。在封行后的甘蔗地用地面喷雾作业灭蝗时,劳动强度大、操作不便。为改善植保作业条件,采用菊酯类农药作为主要有效成分,配制成烟雾剂,并在 2001 年海南蝗虫大发生时,试验烟雾载药防治东亚飞蝗技术[1],试验面积为 6.67 hm^2,获得初步成功。为确定烟雾载药防治东亚飞蝗的大田应用效果,探索烟雾载药技术治蝗的操作方案与目前常用治蝗用药进行性能、成本分析,笔者在 2005 年蝗虫大发生时,对这一技术进行了进一步的试验,共推广应用面积达 1 700 hm^2,防治效果较好。2006—2010 年,在海南西部蝗虫零星发生区域继续试验烟雾载药技术,试验结果与 2005 年类似,现将 2005 年试验结果整理报道,旨在为给今后大面积防控暴发性蝗灾提供参考。

1 材料与方法

1.1 防治对象 东亚飞蝗 *Locusta migratoria manilensis*(Meyen)。

1.2 供试药剂 自制复配烟雾剂,主要成分为氯氟氰菊酯(cyhalothrin),购自南京第一农药厂;对照药剂为氟氯氰菊酯(cyfluthrin)w =2.5% EC,由拜耳(杭州)作物科学有限公司提供。

1.3 试验地的选择 试验地点为海南省蝗灾发生严重的儋州市排浦镇。试验地位于春江水库十字路口旁,坡状地形,海拔 30 ~ 100 m,土壤为燥红土,pH6.6,有机质 w =1.6%,含水量 w =15%,地表温度 20.8 ℃。主要种植甘蔗、番薯、花生等,靠近水库的地块甘蔗长势良好,离水库较远的地块为撩荒地。大田推广应用主要在海南西部沿海的甘蔗地和撩荒地。甘蔗地品种为新台糖 22 号,甘蔗长势一致。撩荒地原为宿根甘蔗地,因天旱甘蔗发芽率低而撩荒。甘蔗平均发芽率为 15% 左右,杂草主要为马唐和胜红蓟,杂草平均高度 65.2 cm,植被覆盖率 82%,其他多为旱生禾本科杂草。

随机采集蝗虫 1 156 头进行统计,优势种为东亚飞蝗,占总量的 95.3%。东亚飞蝗主要为第二、三代,

收稿日期:2010 - 09 - 26
基金项目:热农大 2002 年科研基金资助项目;海南大学科研项目(hd09xm20)
作者简介:邬国良(1972 -),男,湖南沅江人,海南大学环境与植物保护学院讲师,硕士.
通信作者:郑服丛(1957 -),男,广东揭阳人,海南大学环境与植物保护学院教授,博士生导师.

发育不整齐,主要集中在 3 ~4 龄。

1.4　试验方法

1.4.1　*施药时间*　小区药效试验施药时间为 2005 年 8 月 14 日,晴天,最高气温 31.8 ℃,最低为 22.2 ℃,平均气温 27 ℃,风力 1.1 m·s^{-1}。

1.4.2　*施药方法*　试验前在试验区周围喷 20 m 宽的隔离药带。烟雾剂采用韩国 SS -150 型热烟雾机飘移累积法施药;氟氯氰菊酯(w =2.5% EC)用 3WF -3 型喷雾机常规漂移沉降喷雾及喷头作“∞”形扰动株丛间喷雾。

1.4.3　*有效喷幅测试*　雾滴检测试纸编号后,在 2 条平行路线上每隔 1 m 在甘蔗叶上放置 1 片,喷药后 1 h 内收集,通过试纸上的斑点统计每平方厘米的雾滴数。沿 2 条采样线调查每平方米 4 h 后蝗虫的中毒反应情况,作为评价有效喷幅和防效的参考。

1.4.4　*小区试验处理与药效调查*　甘蔗地和撩荒地小区试验各设 4 个处理,1 个空白对照,每个处理重复 4 次,共 40 个处理小区,随机区组排列。每一小区面积为 100 m ×100 m =1 hm^2,试验小区面积合计为 40 hm^2。每小区设 1 个 1 m^2 的罩笼,共 40 个罩笼,在喷洒前每个笼中放置 100 头蝗虫。各处理分别为:烟雾剂 1 500,2 250 和 3 000 mL·hm^{-2};氟氯氰菊酯(w =2.5% EC) 450 mL·hm^{-2},1 000 倍稀释常规喷雾;空白(清水)对照。

罩笼防效调查于药后 1d 和药后 3 d 进行,调查各罩笼内残存活虫数及死虫数。小区药效调查于药前和药后 1,7,15 d 进行,采用对角线取样法,每小区用标准取样框(1 m ×1 m)随机调查 5 个点,每个点 10 个样方,共 50 个样方。检查各处理区内的蝗虫分布、密度和龄期。撩荒地药效调查方法:2 人各持“L”形半框,平行行走合拢样框,计录样框中的蝗虫种类及数量。甘蔗地药效采取目数法调查。利用 Abbott 公式计算虫口减退率和防治效果,试验数据用 SAS 统计软件作 DMRT 方差分析。

1.4.5　*大田示范推广及药效调查*　在大田小区试验获得成功后,于同年 8 月 28 日至 9 月 20 日,进行了大田示范推广,面积为 1 700 hm^2。大田施药量视虫口密度大小分别为 1 500 ~3 000 mL·hm^{-2},各示范区一般只施药 1 次,个别地段有下一代蝗虫集中孵化时,进行择治。药效采取目数法调查试验区虫口密度变化,分别在各示范区按对照线法,调查 5 个样点,每个样点 10 个样方,共 50 个样方。将调查活虫数记录到示范区调查表中。在防治前 1 d 及防治后第 7 天分别调查各小区蝗虫虫口密度,计算虫口减退率。

2　结果与分析

2.1　有效喷幅　烟雾机产生的烟雾滴、常规漂移沉降喷雾及喷头“∞”扰动喷雾雾滴沉降分布测试结果见图 1。从图 1 可见,水平距离 0 ~22 m 的范围内,烟雾滴在甘蔗叶片各距离点的附着范围为 32 ~341 个·cm^{-2},单位面积附着数量能达到虫害防治的要求;25 m 以后,热雾药粒单位面积附着数量急剧下降。常规喷雾机具距喷头 12 m 处雾滴附着量约为 10 个·cm^{-2}。农药能否发挥杀虫作用取决于药液在靶标上的有效沉积,根据田间防效实测结果,当烟雾载药每平方厘米沉积雾滴数量大于 30 个和常规喷雾每平方厘米沉积雾滴数量为大于 10 个时,蝗虫死亡率高;而低于此雾滴数时,蝗虫很少死亡。从测试结果看,烟雾载药药液雾化程度好,雾滴细小,沉降速度慢 ,在甘蔗地中穿透性好;常规喷雾雾滴较大,在甘蔗地中穿透性差,沉降速度快。在静风条件下,烟雾载药有效喷幅可达 22 m 左右,常规喷雾有效喷幅为 9 ~12 m。

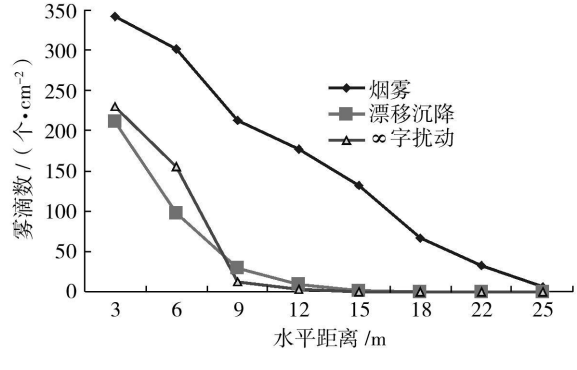

图 1　烟雾及常规喷雾雾滴在甘蔗叶面的分布情况

2.2 防治效果

2.2.1 *罩笼试验防效* 罩笼试验防效试验结果见表1。由表1可知，烟雾剂1 500，2 250，3 000 mL·hm^{-2}3个剂量处理对东亚飞蝗均具有较好的防治效果，烟雾剂对蝗虫的防治效果随着用药量的增加而提高。在甘蔗地施药后1 d调查，以烟雾剂3 000 mL·hm^{-2}处理效果最好，其次是2 250 mL·hm^{-2}处理，烟雾剂1 500 mL·hm^{-2}与常规喷雾450 mL·hm^{-2}防效相当；药后3 d调查，仍以烟雾剂3 000 mL·hm^{-2}处理最好，达100%，烟雾剂其他处理的效果都在94%以上。对撩荒地而言，药后1 d调查，以烟雾剂3 000 mL·hm^{-2}处理效果最好，其次是常规喷雾处理，烟雾剂其他处理的效果都在84%以上；药后3 d调查，烟雾剂所有的处理效果都超过91%。

表1 烟雾载药与常规喷雾对东亚飞蝗罩笼试验药效的比较

处理药量/(mL·hm^{-2})	类型	药前基数/头	药后1 d 残虫数/头	药后1 d 虫口减退率/%	药后1 d 校正防效/%	药后3 d 残虫数/头	药后3 d 虫口减退率/%	药后3 d 校正防效/%
1 500		400	46	88.50	87.96bc	21	94.75	94.05c
烟雾 2 250		400	35	91.25	90.84b	9	97.75	97.45b
3 000	甘蔗地	400	21	94.75	94.50a	0	100.00	100.00a
常规 450		400	50	87.50	86.91bc	15	96.25	95.75bc
对照		400	382	4.50	—	353	11.75	—
1 500		400	58	85.50	84.97c	29	92.75	91.76d
烟雾 2 250		400	47	88.25	87.82bc	12	96.00	95.45bc
3 000	撩荒地	400	37	90.75	90.41b	11	97.25	96.88 b
常规 450		400	42	89.50	89.12b	18	95.50	94.89c
对照		400	386	3.50	—	352	12.00	—

注：表中数据残虫数为4次重复的总和，减退率为4次重复的平均值。差异显著性用DMRT法测试，相同字母表示$P=0.05$水平差异不显著。

从表1可知，3 d后蝗虫死亡率还在增加，说明所用农药有一定的触杀作用，且具有较强的胃毒作用。通过对各处理药后1 d和3 d防效DMRT法检验分析可知，烟雾剂处理甘蔗地效果优于撩荒地，主要是因为甘蔗地比较郁闭，易形成温度逆增层，受风力影响较小，烟雾在甘蔗地中沉积分布比较均匀，沉积量大。

2.2.2 *小区试验防效* 小区防效见表2。从试验结果可知，烟雾剂在甘蔗地施药，药后1 d调查，参试剂量的平均防效分别为：60.66%（1 500 mL·hm^{-2}），86.89%（2 250 mL·hm^{-2}）和89.29%（3 000 mL·hm^{-2}），常规喷雾（氟氯氰菊酯$w=2.5\%$ EC，450 mL·hm^{-2}）平均防效为86.66%；药后7 d调查，烟雾剂不同处理平均防效分别为：66.51%（1 500 mL·hm^{-2}），82.92%（2 250 mL·hm^{-2}）和95.19%（3 000 mL·hm^{-2}），常规喷雾（氟氯氰菊酯$w=2.5\%$ EC，450 mL·hm^{-2}）平均防效为76.72%；药后15 d调查，烟雾剂不同处理平均防效分别为：65.59%（1 500 mL·hm^{-2}），72.79%（2 250 mL·hm^{-2}）和82.61%（3 000 mL·hm^{-2}），常规喷雾（氟氯氰菊酯$w=2.5\%$ EC，450 mL·hm^{-2}）平均防效为40.32%。

烟雾剂在撩荒地施药，各参试剂量（由低到高）药后1 d的平均防效分别为：59.71%，76.10%，82.23%，常规喷雾对照药剂氟氯氰菊酯$w=2.5\%$ EC的平均防效87.15%；药后7 d调查，烟雾剂不同剂量（由低到高）的平均防效分别为：65.63%，79.71%，88.98%，常规喷雾氟氯氰菊酯$w=2.5\%$ EC的平均防效为90.02%；药后15 d调查，烟雾剂不同剂量（由低到高）的平均防效分别为：61.00%，73.02%，76.04%，常规喷雾氟氯氰菊酯$w=2.5\%$ EC的平均防效为46.23%。

通过对各处理药后1，7，15 d防效DMRT法检验分析可知，药后15 d各处理间差异显著，对照药剂效果下降明显，低于烟雾剂1 500 mL·hm^{-2}处理效果。对照区虫口有所上升，虫口上升可能与新孵化的蝗蝻有关。从药效表现来看，烟雾剂具有一定的触杀和胃毒作用，防效高，安全性能好，持效期长。

表 2　烟雾载药与常规喷雾对东亚飞蝗小区试验药效结果

处理	药量/(mL·hm^{-2})	类型	药前基数/头	药后 1 d 残虫数/头	药后 1 d 虫口减退率/%	药后 1 d 校正防效/%	药后 7 d 残虫数/头	药后 7 d 虫口减退率/%	药后 7 d 校正防效/%	药后 15 d 残虫数/头	药后 15 d 虫口减退率/%	药后 15 d 校正防效/%
烟雾	1 500	甘蔗地	21.08	8.02	61.95	60.66 d	6.06	71.25	66.51 d	8.12	61.48	65.59 c
	2 250		19.24	2.44	87.32	86.89 ab	2.82	85.34	82.92 b	5.86	69.54	72.79 b
	3 000		23.74	2.46	89.64	89.29 a	0.98	95.87	95.19 a	4.62	80.54	82.61 a
常规	450		19.22	2.48	87.10	86.66 ab	3.84	80.02	76.72 c	12.84	33.19	40.32 d
对照			17.08	16.52	3.28	—	14.66	14.17	—	19.12	−11.94	—
烟雾	1 500	撩荒地	21.02	8.44	59.85	59.71 e	7.88	62.51	65.63 d	9.12	56.61	61.00 c
	2 250		27.12	6.46	76.18	76.10 c	6.42	76.33	79.71 bc	8.14	69.99	73.02 b
	3 000		24.16	4.28	82.28	82.23 b	3.52	85.43	88.98 ab	6.44	73.34	76.04ab
常规	450		16.08	2.06	87.19	87.15 ab	2.18	86.44	90.02 a	9.62	40.17	46.23 d
对照			18.12	18.06	0.33	—	18.46	−1.88	—	20.16	−11.26	—

注:表中数据为 4 次重复的平均值,差异显著性用 DMRT 法测试,相同字母表示 $P=0.05$ 水平差异不显著。

2.2.3　**大田防效**　分别于施药前和大田防治后第 7 天,在 5 个点用目数法调查虫口密度,计算虫口减退率,结果见表 3。从表 3 可看出,施放烟雾剂后,蝗虫虫口密度迅速下降 78% 以上,虫口密度不高于 3 头·m^{-2}。药后第 7 天,周坊处理区的虫口密度下降最大,这主要是由于施药量较大,达到 3 000 mL·hm^{-2},禾丰、红坎处理区残虫密度最大,是因为施药量较少(1 500 mL·hm^{-2})。在防治前,个别样点蝗蝻密度可超过 200 头·m^{-2},防治后,各样点中的蝗蝻密度最低为 0 头·m^{-2},最高为 9 头·m^{-2},这是由于个别样点有下一代蝗虫孵化所致。施药量在 1 500 ~ 3 000 mL·hm^{-2}时,虫口减退率为 78.27% ~ 97.52%。

表 3　烟雾载药大田示范防治东亚飞蝗试验结果

调查地点	施药量/(mL·hm^{-2})	防前虫口密度/(头·m^{-2})	防后虫口密度/(头·m^{-2})	虫口减退率/%
峨阳	3 000	16.62	1.92	88.44
周坊	3 000	37.51	0.93	97.52
禾丰	1 500	13.44	2.92	78.27
沙沟	2 250	29.27	2.13	92.72
红坎	1 500	11.93	2.35	80.30

2.3　防治成本计算　防治成本测算结果见表 4。从表 4 中可以看出,用烟雾载药防治,每 hm^2 用药 1 500 ~ 3 000 mL,药物成本 37.50 ~ 75.00 元,燃油耗费 3.60 元,按每人每天工作 4 h,防治 13.3 hm^2 计,每个工 30 元,人工费用为 2.26 元·hm^{-2},不计其他费用,每 hm^2 防治成本为 43.36 ~ 80.86 元。用常规喷雾防治,每 hm^2 最少耗药 450 mL,按 65 元·L^{-1}计,折合每 hm^2 用药 29.25 元,燃油耗费 48.75 元·hm^{-2},按每人每天工作 8 h,防治 1 hm^2 计,每个工 30 元,人工费用每 hm^2 为 30 元,按每从河沟拉 1 000 L 水需 2.00 元计算,每 hm^2 增加用水成本 1.35 元,不计其他费用,每 hm^2 防治成本最低 109.35 元。若考虑到用烟雾载药技术残效期比常规喷雾长,至少可减少喷药 1 次以上,烟雾载药技术的成本会更低。

表 4　甘蔗地防治东亚飞蝗成本测算结果　　元·hm^{-2}

施药方式	水费	农药成本	人工费用	燃料动力费	合计
地面喷药	1.35	29.25	30.00	48.75	109.35
烟雾载药	0	37.50 ~ 75.00	2.26	3.60	43.36 ~ 80.86

3　讨　论

东亚飞蝗在海南每年发生 4 ~ 5 世代,世代重叠,无越冬现象。一般情况下,第三、四代东亚飞蝗(约 8 ~ 9月发生)数量逐步增加,容易暴发为害。对于暴发性东亚飞蝗的防控,国内外采用地面常规喷雾[2]、

空中超低量喷雾[3]等措施，由于海南地形复杂，蝗虫发生时又往往干旱少雨，取水不便，制约了这些技术的应用。用烟雾载药技术防治甘蔗地和甘蔗撩荒地的东亚飞蝗，不需用水、速效性好、持效期较长、操作灵活，是一种地面应急防控东亚飞蝗的新途径。当烟雾载药施药量为 3 000 mL·hm^{-2}时，小区试验 15 d 后的防效超过 76 %，远高于对照药剂的 40.32%，成本稍低于地面常规喷雾，且劳动强度低、工效高、不需用水，在使用正确的情况下，对人和天敌安全。考虑到防效与防治成本，烟雾剂防治东亚飞蝗在作物覆盖密度小、虫口密度低的情况下，以 1 500 ~ 2 250 mL·hm^{-2}为最佳使用量；在作物覆盖度大、虫口密度高的情况下，以 2 250 ~ 3 000 mL·hm^{-2}为最佳使用剂量。有效喷幅以 20 m 左右为宜，即每隔 20 m 左右施放烟雾。从整体防效来看，甘蔗地烟雾载药灭蝗效果好于撩荒地，常规喷雾灭蝗撩荒地好于甘蔗地，主要是试验区甘蔗生长较高、较密，烟雾在其中容易均匀扩散沉积，常规施药药雾不易穿透沉降。撩荒地较矮，常规喷雾较易沉积，烟雾容易飘散。如果在烟雾剂中加入某些物质，使烟雾颗粒变重，烟雾在低层漂浮沉降，效果会更好。由于烟雾载药的技术性较强，施药时应掌握气象条件及虫情动态，实际操作时应由县市农业技术推广中心牵头组织专业防治队伍，按照“治小治早”的原则及时施药。进一步对这项技术进行研究，可推动地面施药防控东亚飞蝗技术的进步。

参考文献：

[1] 邬国良，刘奎，黎忠诚，等. 烟雾剂对蔗田东亚飞蝗的防治试验[J]. 热带农业科学，2002，22(4)：26 - 27.

[2] 黄宗道，黄光斗，何凡，等. 应用拟除虫菊酯类杀虫剂防治东亚飞蝗的研究[J]. 热带作物学报，1991，12(1)：99 - 105.

[3] 任宝珍，杨清臣，王同伟，等. 飞机喷洒马拉硫磷防治东亚飞蝗试验[J]. 植保技术与推广，2001(9)：34.

Applying Hot Fogging Concentrate to Control *Locusta migratoria manilensis* (Meyen)

WU Guo-liang[1], WU Man-feng[2], YUAN Qun-xiong[2], LI Zhong-chen[1], ZHENG Fu-cong[1]

(1. College of Environment and Plant Protection, Hainan University, Danzhou, 571737 China;
2. Agricultural Technology Service Center, Danzhou, 571737 China)

Abstract: Hot fogging concentrate (1 500—3 000 mL·hm^{-2}) were used to control *Locusta migratoria manilensis* (Meyen) in abandoned land and sugarcane grassland in the western in Hainan island, the method of sampling basket combining with visual counting were used to investigate its efficacy, and the testing inside the cages was used as circumstantial evidence. The cage test results indicated that the reduced rate of revision insects was 92.75%—100% at the 3rd day; The field plot test results indicated the population declined significantly after 1 day, reduced by above 62.51%—95.87% after 7 days, and the control efficacy maintained between 62.38%—82.51% after 15 days, while CK was only 40.32%—46.23%. The results of extra 1700 hm^2 field trials showed the locusta population reduced 78.27%—97.52% after 7 days under the dose of 1 500—3 000 ml·hm^{-2}. These data suggested that applying hot fogging concentrate could be used for the urgent controlling of grasshoppers.

Key words: *Locusta migratoria manilensis* (Meyen); applying hot fogging concentrate; efficacy