

DOI:10.13718/j.cnki.zwyx.2025.03.009

高空昆虫控诱灯在怒江草果虫害防治中的效果评价

吴莲张¹, 黄梅¹, 廖方平¹, 高鹏慧¹,
和卫东¹, 张映萍¹, 和秀丽¹, 元超²,
郭建伟³, 友胜军¹, 杨毅¹

1. 怒江绿色香料产业研究院, 云南 泸水 673200;
2. 中国热带农业科学院 热带作物品种资源研究所, 海口 571101;
3. 昆明学院 云南省都市特色农业工程技术研究中心, 昆明 650214

摘要: 以怒江傈僳族自治州福贡县亚坪村的高空昆虫控诱灯为研究对象, 通过观察每日杀虫量、定期鉴定害虫种类, 调查防控区内外农药使用情况、草果产量等指标, 系统评价高空昆虫控诱灯在草果虫害防治中的效果。结果显示, 调查期间日均杀虫量达到 1.49 kg, 单日最大杀虫量为 6.4 kg。草果主要虫害木毒蛾、舞毒蛾成虫羽化主要集中在 6 月中旬到 7 月中旬, 所占比例最高达 19%、18%。与群众自防区相比, 示范区草果每 667 m² 增产值增加 534.25 元, 增幅达 59.89%; 高空昆虫控诱灯有效降低防治成本, 示范区每 667 m² 防治成本较群众自防区减少 24.25 元, 降低 63.82%。由此可见, 高空昆虫控诱灯杀虫效果显著, 能够有效压制成虫数量及产卵数量, 同时灯光诱捕木毒蛾及舞毒蛾的最佳时间为每年的 6 月及 7 月。研究结果可为草果生产中应用高空昆虫控诱灯防治害虫提供重要依据。

关键词: 草果; 高空昆虫控诱灯; 木毒蛾;
舞毒蛾; 云南怒江

中图分类号: S433.3

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



文章编号: 2097-1354(2025)03-0077-08

Effect of High-Altitude Insect Control Lamp on Pest Control of *Amomum tsao-ko* in Nujiang

WU Lianzhang¹, HUANG Mei¹, LIAO Fangping¹, GAO Penghui¹,
HE Weidong¹, ZHANG Yingping¹, HE Xiuli¹, YUAN Chao²,

收稿日期: 2025-01-13

基金项目: 云南省重大科技专项计划“怒江草果产业科技创新与应用研究”(202202AE090035); 云南省郝朝运专家工作站: 科技人才与平台计划(202205AF150050); 昆明学院引进人才项目(XJ20230077)。

作者简介: 吴莲张, 本科, 高级农艺师, 研究方向为农业技术推广。

通信作者: 杨毅, 正高级农艺师。

GUO Jianwei³, YOU Shengjun¹, YANG Yi¹

1. Nujiang Green Spice Industry Research Institute, Lushui, Yunnan 673200, China;

2. Institute of Tropical Crop Variety Resources, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Haikou 571101, China;

3. Yunnan Urban Agricultural Engineering and Technological Research Center, Kunming University, Kunming 650214, China

Abstract: The study took the high-altitude insect control lamp in Yaping Village, Fugong County, Nujiang Prefecture as the research object, and systematically evaluated the effect of high-altitude insect trap lamp in the prevention and control of *Amomum tsao-ko* pests by observing the daily amount of trapped pests, regularly identifying the types of pests, investigating the use of pesticides inside and outside the prevention and control area, and the yield of *A. tsao-ko*. The results showed that the average amount of daily trapped pests reached 1.49 kg during the survey period, and the maximum daily amount was as high as 6.4 kg. The main pests of *A. tsao-ko* were *Lymantria dispar* and *L. xyllna*. The emergence of adult insects was mainly concentrated in mid-June to mid-July, accounting for up to 19% and 18%, respectively. Compared with the farmers self-controlled area, the output value of *A. tsao-ko* in the demonstration area increased by 534.25 yuan per 667 m², with an increase of 59.89%. In addition, the high-altitude insect control lamp effectively reduced the cost of prevention and control. Compared with the farmers self-controlled area, the cost of prevention and control in the demonstration area was reduced by 24.25 yuan per 667 m² lower, which was 63.82% lower. It can be seen that the high-altitude insect control lamp has a significant trapping effect, which can effectively control the number of adult insects and the number of eggs laid. At the same time, the best time for light trapping of *L. dispar* and *L. xyllna* is June and July. The results of the study can provide an important basis for the application of high-altitude insect trap lights to control pests in *A. tsao-ko* production.

Key words: *Amomum tsao-ko*; high-altitude insect control lamp; *Lymantria dispar*; *L. xyllna*; Nujiang, Yunnan

草果(*Amomum tsao-ko*), 姜科豆蔻属药食两用多年生宿根草本植物。全株有辛香气味, 可作调味香料, 且果实可入药^[1], 具有健脾胃、降糖及抗菌防腐等功效^[2-6], 同时因其芳香浓郁的气味, 可加入化妆品和卷烟中, 调制出独特的气味。因此, 生产上草果常被用于食品、医药、化妆品、卷烟等领域^[7], 应用范围广, 需求量大。怒江傈僳族自治州境内高黎贡山沿线河谷众多, 气候湿润, 森林覆盖率高, 林下土壤肥沃, 非常适合草果种植。目前, 怒江草果种植面积达7.43万hm², 占到全国草果种植面积的一半以上, 鲜果年产量近5万t, 全产业链经济效益达到12.3亿元, 带动全州近1/3的16.4万农民增收致富^[8]。

随着怒江傈僳族自治州草果种植面积的不断扩大, 老百姓自发从州外引入种苗或自己繁育, 房前屋后有空闲的地方都种上草果, 单一作物面积过大加上管理不善, 引起当地草果虫害有加重的趋势。近年来有关怒江草果虫害报道亦有增多, 已明确的草果主要虫害种类有木毒蛾、斑蛾、舞毒蛾等^[9-10]。为害高峰期, 一夜之间草果叶片被啃食得只剩下茎秆, 造成草果严重减产甚至绝产, 对当地草果种植产业造成巨大威胁。而怒江傈僳族自治州具有独特的高山峡谷地形, 加上草果为林下种植, 草果虫害的防控面临巨大挑战。传统的化学防控操作难度大、效果不理想, 且可能因农药使用造成环境污染, 带来农产品质量安全问题, 影响草果产量及品质。

怒江傈僳族自治州特殊的高山峡谷地形和草果林下种植环境为虫害防控带来了巨大挑战, 高空昆虫控诱灯的应用正好弥补了传统防治方法的不足。灯光诱杀是利用昆虫的趋光性, 监测昆虫的迁飞、扩散、发生期和发生量, 具有杀虫量大、安装便捷、对人畜和环境安全等优势, 广

泛应用于稻谷、玉米等农作物和一些经济作物的害虫防治中,是一种有效的害虫物理防治措施^[11-13]。其中,高空昆虫控诱设备是通过特定光源金属卤化物灯,可有效诱集高度 500~1 000 m 的高空迁飞性害虫,单灯监测诱控面积可达 33.33 hm²。不仅诱杀范围广,诱杀过程中诱捕的雌虫也会释放性激素,进一步吸引雄虫,增加诱杀量。姜玉英^[14]等的研究发现,高空昆虫控诱设备用于迁飞性害虫区域性监测,除草地螟、黏虫、稻飞虱、草地贪夜蛾外,对弱光性的稻纵卷叶螟也具有较强的诱集效果。目前,高空昆虫控诱设备逐渐应用于怒江草果虫害防治中,然而关于应用在草果虫害防控中的效果评价还未见报道。为此,本研究以怒江傈僳族自治州福贡县亚坪村的高空昆虫控诱灯为对象,通过观察每日杀虫量、害虫种类,调查防控区内外农药使用情况、草果产量等指标,系统评价高空昆虫控诱灯在草果虫害防治中的效果,以期为高空昆虫控诱灯在草果虫害防控中的利用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验装置

高空昆虫控诱灯(简称高空灯)JDGK-2(图 1),四川农兴源农林科技有限公司生产,工作电压 AC220V/50Hz,金属卤化物光源,功率 1 000 W,光谱范围较广,主要集中在可见光区域,波长范围 380~780 nm,也包含部分紫外光和红外光成分。此高空灯对多种迁飞性害虫具有很强的诱捕能力,其光谱中的蓝光和绿光部分(如 450 nm 和 540 nm)对昆虫的趋光性有显著作用。此外,金卤灯的垂直投射高度可达 500~2 000 m,水平有效覆盖半径为 300~500 m,能够有效吸引高空中迁飞的害虫。可诱集的昆虫的种类主要有鳞翅目、鞘翅目、半翅目等。草果主要虫害木毒蛾及舞毒蛾均为鳞翅目害虫,选择此高空灯对草果虫害防治针对性强。



图1 高空昆虫控诱灯

1.2 试验时间与地点

试验时间为 2022 年 5—8 月,试验地点为云南省怒江傈僳族自治州福贡县亚坪村(27°12′38″N, 98°85′54″E, 海拔 1 658 m),此处年平均气温 16.9℃,5—8 月平均气温 15~29℃,年均降雨量 1 443.3 mm,相对湿度 84%。降雨天气,害虫迁飞减少,可能导致害虫诱捕量减少。

1.3 调查方法

本研究的调查时间为 2022 年 5 月 1 日至 8 月 7 日,试验期间灯诱时间为 19:00 至次日 8:00,每天清晨对诱控害虫进行称重,并于每月 1 日、15 日对害虫种类进行初步鉴定。自 6 月 1 日起,重点对木毒蛾、舞毒蛾数量及占比进行统计,该时间段为草果主要虫害木毒蛾、舞毒蛾活跃期^[10, 15]。害虫种类采用田间鉴定和室内鉴定相结合的方式,拍照,采集(将报纸裁剪为适

宜大小,折叠为三角袋,挑选完整度高的害虫虫体装入其中),制作昆虫标本(依次进行标本回软、昆虫针固定胸部、大头针辅助固定身体、展翅、摆放足和触角、风干和撒针等步骤,添加标签后将其保存于标本盒内,并在其中放置樟脑丸防腐),采用体式显微镜(SMZ745T)进行观察,参考《中国蛾类图鉴》等进行鉴定^[16]。在6—8月期间每月的1日和15日,将诱集昆虫混匀,随机取3份,每份50 g,统计草果主要害虫木毒蛾、舞毒蛾数量在整体害虫中的占比。通过草果单产值、草果平均总成本、投资收益比、草果增产值、虫害防治成本等指标对高空昆虫控诱设备在草果虫害防治中进行效果评价。具体计算公式如下:草果单产值=草果单产量×单价;草果平均总成本=种植成本+防治成本+采收成本;投资收益比=平均总成本÷单产值;草果增产值=单产值—平均总成本。

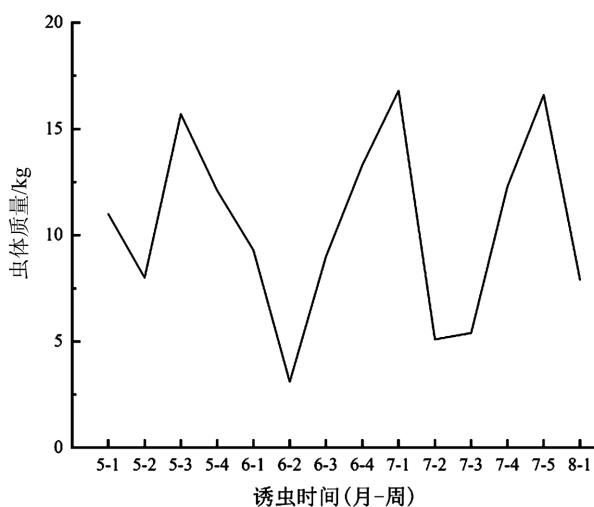
1.4 数据分析

采用 Excel 2010 软件对试验数据进行处理,使用 origin 2019 绘制图形。

2 结果与分析

2.1 昆虫总量动态

自5月1日至8月6日,14周诱虫虫体质量分布如图2所示,共计诱杀虫体145.6 kg,日均杀虫量达到1.49 kg。据虫体数据统计,取3份虫体(50 g/份),进行数量统计,虫体数量为952~1 024头,平均值为985头,按此均值计算,1.49 kg约相当于29 353头。单日最大杀虫量为6.4 kg,为12万余头虫体。由此表明,高空灯的安装有效压制了农田害虫的成虫,压制了产卵数量,有效控制了下一年的虫口密度。作者团队于2022年4月及2023年4月对高空示范区进行害虫虫口密度调查(选50丛草果进行害虫幼虫数量统计,每次统计设3个重复,并以其平均数进行结果分析),发现虫口密度从2022年的每100丛105头下降到2023年的每100丛4头,再次印证了上述结论。整体来看,每周诱捕虫体数量呈现不断波动趋势,这可能与气象条件有关,如遇下雨天,羽化成虫活动减少,诱捕虫体数量相对较少。



横轴 5-1、6-1、7-1、8-1 等数据分别代表 5 月、6 月、7 月、8 月第 1 周,以此类推。

图2 诱杀虫体月-周发生动态

2.2 主要害虫种类及其比例

杀虫灯诱杀的主要害虫如表 1 所示。本次调查研究中, 自 5 月 1 日起, 每月 1 日及 15 日各进行一次害虫种类鉴定。从鉴定结果来看, 诱杀害虫主要以鳞翅目昆虫为主, 5 月占比较高(排名前三, 下同)的主要为玉米黏虫、苹梢鹰夜蛾及小地老虎, 6 月占比较高的主要为木毒蛾、舞毒蛾及草地贪夜蛾, 7 月占比较高的为掌夜蛾、天蛾及刺蛾等。本研究中, 重点对木毒蛾和舞毒蛾的占比进行统计, 统计结果见图 3。结果显示, 木毒蛾首次发现于 6 月 15 日的害虫鉴定中, 其在 7 月 1 日鉴定中所占比例最高达 19%; 舞毒蛾始见于 6 月 1 日的鉴定中, 其所占比例在 7 月 1 日鉴定中最高达 18%。在 8 月 1 日的害虫鉴定中, 未发现木毒蛾和舞毒蛾的出现。可见, 灯光诱捕木毒蛾及舞毒蛾的最佳时间为 6 月中旬至 7 月下旬。

表 1 杀虫灯诱杀的主要害虫

害虫种类	分类	主要为害情况	发生特点
玉米黏虫	鳞翅目	幼虫暴食玉米叶片, 严重时, 短期内吃光叶片, 造成减产甚至绝收	低龄幼虫藏在玉米心叶中, 此时取食量较小, 危害也较小。幼虫成长到 5~6 龄则进入到暴食阶段, 大量叶片被啃食殆尽, 玉米穗部也会被为害, 严重影响玉米产量甚至导致绝收。4 月下旬至 5 月中旬, 幼虫成长为老熟幼虫, 进入蛹期, 随后羽化 ^[17] 。羽化成虫昼伏夜出, 主要在傍晚或夜间取食, 具有趋光性, 此时适宜使用灯光诱捕。本研究害虫种类鉴定中, 5 月 1 日、5 月 15 日玉米黏虫占比较高, 超过 10%, 6 月 1 日仅有零星分布, 6 月 15 日未发现玉米黏虫
小地老虎	鳞翅目	幼虫取食玉米、烟叶等植物叶片, 造成严重损害, 导致减产	1~2 龄幼虫在白天和黑夜都会对植物产生破坏, 它们会啃噬植株的新芽和嫩芯, 只留下外层表皮, 受害的地方看起来像“天窗状”一样; 3 龄后幼虫通常在晚间觅食; 5~6 龄幼虫食量极大, 并且经常有自相残杀的现象。每年 4 月下旬至 5 月中旬, 成虫逐渐羽化, 羽化成虫白天潜伏在枯叶、杂草等隐蔽物下, 黄昏后开始飞行、觅食、交尾、产卵等活动 ^[18] 。本研究害虫种类鉴定中, 5 月 1 日、5 月 15 日小地老虎占比较高, 6 月 1 日只有零星分布
苹梢鹰夜蛾	鳞翅目	幼虫取食果树、蔬菜叶片, 影响果树生长	1~2 龄幼虫一般脱皮后才转移到附近下部叶片为害; 3~5 龄幼虫因食量较大, 一般需要转移取食 2~4 片叶后才脱皮一次。幼虫昼夜均取食, 行动敏捷 ^[19] 。每年 4 月中旬至 5 月上旬, 成虫羽化, 本研究害虫种类鉴定中, 5 月 1 日、15 日占比较高, 6 月 1 日调查中并未发现苹梢鹰夜蛾
木毒蛾	鳞翅目	幼虫啃食核桃树、冬瓜树等草果遮荫树及草果叶片	1~4 龄低龄期的木毒蛾幼虫主要分布在草果地遮荫树的树叶上, 取食遮荫树的嫩叶; 5~7 龄高龄幼虫食量激增, 遮荫树树叶基本被吃光, 每日不停地沿着树干上下快速移动, 并且开始大量啃食林下草果叶片; 高龄幼虫陆续开始吐丝化蛹。6 月中旬开始, 木毒蛾蛹陆续开始孵化为成虫 ^[10] 。害虫种类鉴定中, 6 月 15 日首次发现木毒蛾, 其占比近 10%, 7 月 1 日达 19%, 7 月 15 日达 8%, 8 月 1 日的调查中并未发现木毒蛾
舞毒蛾	鳞翅目	幼虫啃食核桃树、冬瓜树等草果遮荫树及草果叶片	每年 4 月下旬至 5 月下旬, 舞毒蛾进入化蛹盛期, 持续 11~16 d。3~4 龄舞毒蛾幼虫暴食嫩梢叶肉, 此后, 随着虫龄增大, 食量骤增, 大量啃食草果叶片。自 6 月上旬开始, 成虫陆续羽化, 羽化成虫具有较强趋光性, 昼伏夜出, 此时灯光诱捕效果佳 ^[15] 。害虫种类鉴定中, 6 月 1 日首次发现舞毒蛾零星分布, 6 月 15 日占比近 13%, 7 月 1 日达 18%, 7 月 15 日占比为 3%, 8 月 1 日的调查中并未发现舞毒蛾

续表

害虫种类	分类	主要为害情况	发生特点
草地贪夜蛾	鳞翅目	幼虫取食田间玉米、高粱、小麦和杂草等，当幼虫数量众多时，它们会落在优选的植物叶片上，由于其习性并大量分散，几乎消耗了所有被它们占据的植被。为害严重，造成作物减产，甚至绝产	低龄幼虫隐蔽性强，虫态小，不易察觉。成长到4龄后，食量骤增，大量啃食受害叶片，玉米生长点卷曲心叶也被咬食呈破烂状。幼虫成长至4~6龄，常隐蔽在玉米、生姜心叶中取食心叶，咬断心叶生长点后，可造成生长点死亡，有时还钻蛀茎秆，取食玉米穗，并在雌穗穗棒内继续为害 ^[20] ，严重影响产量。6月下旬至7月中旬，成虫羽化，本研究害虫种类鉴定中，6月15日初见草地贪夜蛾，7月1日占比较高，7月15日零星发现草地贪夜蛾
掌夜蛾	鳞翅目	幼虫取食油菜、花椰菜、白菜、萝卜等十字花科蔬菜及豆类作物等	每年6月中旬至7月上旬为幼虫形态，初孵幼虫有群集习性，随后逐渐分散为害。幼虫取食叶片后，造成缺刻或孔洞 ^[21] 。每年7月中旬至8月上旬逐渐羽化，本研究害虫种类鉴定中，7月1日掌夜蛾零星分布，7月15日、8月1日占比较高
天蛾	鳞翅目	幼虫取食叶片，为害果树、烟草、番茄和马铃薯等植物	每年5月下旬至6月为幼虫形态，此间发生为害。到6月下旬幼虫老熟后入土化蛹，7月上中旬至8月上旬成虫羽化，羽化成虫具有一定的趋光性，傍晚后出来活动，白天静伏 ^[22] 。本研究害虫种类鉴定中，7月1日天蛾零星分布，7月15日、8月1日占比较高
刺蛾	鳞翅目	刺蛾幼虫啃食植物叶片，为害阔叶树叶、竹竿、水稻等，影响植物生长，造成减产	初孵幼虫不取食，群集于卵壳周围，2~4龄群集于叶背为害，5龄后幼虫食量骤增，为害最重，6龄后幼虫逐渐分散取食活动。幼虫为害高峰期6月上旬至7月下旬。每年7月中下旬至8月上旬成虫羽化，成虫有趋光性 ^[23] 。本研究害虫种类鉴定中，7月1日未见刺蛾分布，7月15日、8月1日占比较高

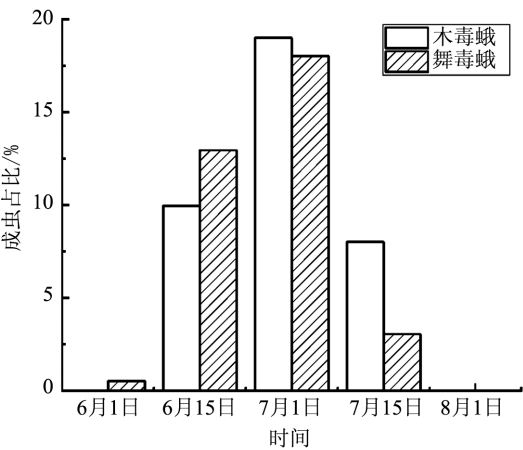


图3 草果主要害虫木毒蛾与舞毒蛾的占比比例

2.3 草果增产增收成效分析

本次调查活动在福贡县示范区展开，对高空灯示范区与无杀虫灯的群众自防区草果产量、单产值、投资成本等指标进行分析，结果如表2所示。调查显示，示范区草果单产值比群众自防区每667 m²增加600.00元。其中，示范区草果每667 m²平均总成本373.75元，单产值1800.00元，投资收益比为1：4.8；群众自防区草果每667 m²平均总成本308.00元，单产值1200.00元，投资收益比为1：3.9。每667 m²高空灯示范区草果增产值1426.25元，群众自防区草果增产值892.00元，示范区比群众自防区草果增产值增加534.25元，增幅达59.89%。

表 2 草果产量及投资成本构成

草果产区	每 667 m ² 产量/kg	草果单价/ (元·kg ⁻¹)	投资成本					
			每 667 m ² 防治成本/元				采收成本/ (元·kg ⁻¹)	每 667 m ² 种植成本/元
			用药 成本	用药人 工成本	用灯折 合成本	用电 成本		
示范区	180	10.00	0.00	0.00	12.50	1.25	1.50	90.00
群众自防区	120	10.00	8.00	30.00	0.00	0.00	1.50	90.00
								平均总成本/元
								373.50
								308.00

2.4 防治成本分析

本研究对高空灯示范区及群众自防区的防治成本进行了调查分析, 结果如表 2 所示。调查显示, 群众自防区每 667 m² 用药直接成本 8.00 元, 用药人工成本 30.00 元, 防治总成本 38.00 元; 高空昆虫灯示范区每 667 m² 用灯折合成本 12.50 元, 用电成本 1.25 元, 防治总成本 13.75 元。可见, 高空灯示范区每 667 m² 防治成本较群众自防区降低了 24.25 元, 下降了 63.82%。

2.5 生态效益分析

高空灯示范区防治效果良好, 无须另外使用农药, 避免了药害、农药残留、环境破坏等问题的产生。除草果主要虫害木毒蛾及舞毒蛾之外, 高空灯同时还诱捕大量其他害虫, 有效保护了其他作物免受害虫的侵扰, 如玉米、蔬菜、果树等, 大幅度降低了农药使用量, 降低了对生态环境的危害, 有效保护了生态环境。

3 讨论与结论

灯光诱杀是一种常见的以成虫为防治对象的物理防治措施, 特别是对蛾类、金龟类等害虫具有较强的诱杀作用^[11]。本研究结果显示, 高空灯诱杀的害虫主要以鳞翅目为主, 研究期间日均杀虫量为 1.49 kg, 约相当于 29 353 头, 杀虫效果显著。一只雌性成虫产卵量巨大, 张芳喜^[17]的研究显示, 玉米黏虫的 1 只雌虫一生能够产卵 1 000~2 000 粒, 从源头诱杀成虫能够有效提高防治效果。本研究中, 高空灯可将害虫直接诱杀在成虫期, 极大地压制了产卵数量, 从而大大降低了田间虫卵量, 有效地控制了下一年的虫口密度, 提高了防治效果, 减少了农药使用量。调查期间, 诱杀害虫数量有所波动, 这可能与阴雨天害虫迁飞减少有关。吴莲张等^[10, 24]的研究发现, 木毒蛾、舞毒蛾、斑蛾为草果主要虫害, 它们的成虫羽化主要集中在 6 月中旬到 7 月中旬, 本研究结果与之一致, 6—7 月木毒蛾所占比例最高达 19%, 舞毒蛾所占比例最高为 18%。由此可见, 灯光诱捕木毒蛾及舞毒蛾的最佳时间为 6 月及 7 月, 而斑蛾的物候期及其诱捕时间尚需进一步研究。

高空灯示范区草果增产增收成效明显。孙红霞等^[25]研究显示, 灯光诱杀减少了农药使用次数和使用量, 提高了产品质量, 取得了显著的生态效益、社会效益和经济效益。本研究中, 高空灯示范区草果投资收益比为 1:4.8, 高于群众自防区草果投资收益比(1:3.9)。与群众自防区相比, 示范区每 667 m² 草果增产值增加 534.25 元, 增幅达 59.89%。高空灯能有效降低防治成本, 每 667 m² 示范区防治成本较群众自防区降低了 24.25 元, 下降了 63.82%, 这可能主要得益于节省了大量的人工成本。可见, 高空灯示范区防治成本明显降低, 草果增产增收成效明显, 与孙红霞等的研究结果相契合。同时, 高空灯安全可靠, 诱杀害虫虫谱广, 杀虫量大, 无污染, 有利于生态的良性循环。本研究中, 每盏高空灯辐射面积达 33.33 hm², 一次投入至少可连续使用 5 年, 每年的平均使用成本低。此外, 本研究中高空灯诱捕大量其他害虫, 包括玉米

黏虫、小地老虎等,有效地保护了其他作物免受害虫的侵扰,大幅度减少了农药使用,减轻了对生态环境的危害,对高黎贡山自然生态环境保护起到积极作用。

综上所述,高空灯诱杀的害虫主要以鳞翅目为主,可将害虫直接诱杀在成虫期,杀虫效果显著,极大地压制了产卵数量,从而大大降低田间虫卵量,有效地控制了下一年的虫口密度。草果主要害虫木毒蛾、舞毒蛾的成虫羽化主要集中在6月中旬到7月中旬,此时为灯光诱捕木毒蛾及舞毒蛾的最佳时间。此外,高空灯示范区草果增产增收成效明显,可有效降低防治成本,提高了防治效果,减少了农药使用量,降低了对生态环境的危害,保护了生态环境。

参考文献:

- [1] 谷风林,张林辉,房一明,等.云南不同地区草果物理性状、精油含量及组成分析[J].热带作物学报,2018,39(7): 1440-1446.
- [2] 文慧,杨美权,杨天梅,等.经典名方中草果的本草考证[J].中国实验方剂学杂志,2024,30(4): 89-99.
- [3] 李姣.草果醇提物对糖尿病大鼠糖脂代谢及氧化应激影响的研究[D].郑州:郑州大学,2020.
- [4] 刘小玲.草果抑菌物质提取、防腐应用及安全性评价研究[D].海口:海南大学,2011.
- [5] 杨春莲,杨丽芬,郭建伟,等.草果假茎黑斑病菌小孢拟盘多毛孢的生物学特性分析[J].植物医学,2024,3(5): 8-15.
- [6] LI P, BAI G X, HE J B, et al. Chromosome-level Genome Assembly of *Amomum tsao-ko* Provides Insights into the Biosynthesis of Flavor Compounds[J]. Horticulture Research, 2022, 9: uhac211.
- [7] 胡一凡.基于通便功效的草果资源评价与作用机制研究[D].昆明:云南农业大学,2023.
- [8] 阮紫嫣,张勇.探寻怒江峡谷减贫之道[N].光明日报,2023-03-21(4).
- [9] 曲文英.草果病虫害防治对策[J].南方农业,2018,12(8): 35, 37.
- [10] 吴莲张,廖方平,黄梅,等.怒江草果木毒蛾防控技术[J].热带农业工程,2024,48(3): 156-159.
- [11] 刘佳,马继芳,李志勇,等.杀虫灯对谷子和高粱上鳞翅目害虫的诱杀效果初报[J].园艺与种苗,2023,43(8): 103-104.
- [12] 王孟泉,董志平,刘佳,等.玉米鳞翅目害虫高效杀虫灯防控关键技术研究及防效评价[J].中国植保导刊,2023,4: 56-61.
- [13] SONG Y F, ZHANG H W, WU K M. Transboundary Migration of *Spodoptera frugiperda* between China and the South-Southeast Asian Region[J]. Journal of Pest Science, 2025, 98(2), 1159-1171.
- [14] 姜玉英,刘杰,曾娟,等.我国农作物重大迁飞性害虫发生为害及监测预报技术[J].应用昆虫学报,2021,58(3): 542-551.
- [15] 和耀光.草果舞毒蛾防控技术措施[J].云南农业,2023(4): 62-63.
- [16] 中国科学院动物研究所.中国蛾类图鉴[M].北京:科学出版社,1982.
- [17] 张芳喜.玉米黏虫的发生规律及综合防治技术[J].河北农机,2023(7): 145-147.
- [18] 高士顺.高效氯氟氰菊酯对小地老虎的亚致死效应[D].泰安:山东农业大学,2024.
- [19] 赵锦年,陈胜.苹梢鹰夜蛾生物学特性及防治[J].林业科学研究,1993,6(3): 341-345.
- [20] 程施.草地贪夜蛾发生情况及防治办法[J].耕作与栽培,2024,44(5): 146-148, 151.
- [21] 邱仕松.速生桉食叶新害虫——掌夜蛾[J].农业科技,2017,12(10): 169-170.
- [22] 陈旭,王志刚,魏春生,等.桃天蛾的发生特点及综合防治[J].现代农村科技,2024(4): 63-64.
- [23] 陈文玉.泉州地区丽绿刺蛾的生物学特性及其综合防治措施[J].湖北植保,2022(5): 64-66.
- [24] 吴莲张,张映萍,元超,等.怒江草果主要虫害及其绿色防控技术展望[J].热带农业科技,2024,47(4): 32-36.
- [25] 孙红霞,朱高明.频振式杀虫灯的诱杀效果及效益分析[J].中国农业信息,2016,28(8)4: 70.

责任编辑 杨光明