

滇西甜糯玉米草地贪夜蛾防治现状调查

宋翼飞^{1,2}, 吴孔明^{2*}

- (1. 福建农林大学应用生态研究所, 闽台作物有害生物生态防控国家重点实验室, 福州 350002;
2. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要 滇西是中国甜糯玉米的重要生产基地,也是草地贪夜蛾等多种重大迁飞性害虫的冬季繁殖区。2019年对德宏州瑞丽市冬季玉米田害虫种群的调查表明,常见种类有草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda*、亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis*、斜纹夜蛾 *S. litura* 和甜菜夜蛾 *S. exigua* 等,以草地贪夜蛾为优势种类,其为害株率占玉米总被害株率的 95.41%。当地农民一年种植两季甜糯玉米,主要采用化学农药防治玉米害虫。自草地贪夜蛾入侵以来,农药使用次数呈增加趋势,防治草地贪夜蛾效果较好的甲氨基阿维菌素苯甲酸盐使用次数明显增多,2019年夏播玉米平均施药 6.83 次,年施药超过 10 次。这种依靠单一化学农药的防治策略,虽短期内可控制草地贪夜蛾等害虫的为害,但易引发抗药性。鉴于滇西地区是草地贪夜蛾等重大害虫在中国的周年繁殖区,建议该地区各级政府给予重点关注,推广绿色防控技术,实现草地贪夜蛾源头的科学治理。

关键词 草地贪夜蛾; 滇西; 甜糯玉米; 化学防治; 昆虫迁飞

中图分类号: S 435.132 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020175

Investigation on controlling status of fall armyworm in sweet/waxy corn fields in western Yunnan province

SONG Yifei^{1,2}, WU Kongming^{2*}

- (1. State Key Laboratory of Ecological Pest Control for Fujian and Taiwan Crops, Institute of Applied Ecology, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract West Yunnan is an important productive area of sweet and waxy corn in China, as well as the winter breeding zone for several important migratory pests including fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda*. A survey on occurrence of insect pests in winter corn fields in Ruili city of Yunnan province was conducted in 2019, and the results showed that the FAW, *Ostrinia furnacalis*, *S. litura* and *S. exigua* were all found with FAW as the dominant species which caused a damage rate of 95.41% among the total damage rate of corn plants. Local farmers grow sweet and waxy corn twice per year and mainly used chemical pesticides to control corn pests. Since the FAW invaded there, the spraying frequencies of pesticides especially emamectin benzoate, which had a high efficiency against FAW, increased to 6.83 times in summer 2019. This control strategy of relying on over application of a single chemical pesticide (sprayed more than 10 times per year) can control the pests in short term, but it would promote the development of pesticide resistance. In view of the fact that the western Yunnan region is the annual breeding zone for FAW in China, it is suggested that the local governments should pay more attention to this and promote the extension of green prevention and control technology, and realize the scientific management of the source FAW.

Key words *Spodoptera frugiperda*; western Yunnan; sweet and waxy corn; chemical control; insect migration

滇西狭义上指怒江以西区域,即保山市和德宏州。两市(州)位于云南省西部,立体气候明显,紧临

北回归线,光热资源丰富,光质好,属南亚热带季风气候^[1-3]。滇西农业发达,保山市素有“滇西粮仓”之

收稿日期: 2020-04-06 修订日期: 2020-04-21

基金项目: 国家重点研发计划(2019YFD0300102); 中国农业科学院重大科研任务(CAAS-ZDRW202007, Y2019YJ06)

* 通信作者 E-mail: wukongming@caas.cn

称,盛产水稻、玉米、小麦、油料、糖料和各类蔬菜,2018年两市(州)全年农业总产值达359.51亿元,粮食总产量212.54万t,是云南省粮食作物、热带亚热带经济作物的主要产区^[4-5]。

玉米产业对滇西粮食生产和社会、经济生活产生了深刻的影响^[6]。以德宏州为例,1952年玉米播种面积仅为1920 hm²,总产量0.21万t,至2014年播种面积达6.67万hm²,总产量28.09万t,成为该地区第一大粮食作物^[6-7]。自甜玉米栽培试验成功以来,快速成为滇西农业开发中发展较好且前景广阔的高效农作物^[8],随着农业供给侧结构性改革的不断深入和冬季农业的进一步发展,滇西甜玉米的经济价值将更加凸显^[9-10]。

玉米种植面积的增加已产生一系列病虫害防治问题^[11]。20世纪末云南省农业科学院对云南省玉米病虫害的普查中发现,小地老虎 *Agrotis ipsilon* Rottemberg、黏虫 *Mythimna separata* (Walker)、金龟子、玉米蚜 *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) 和禾谷缢管蚜 *R. padi* (Linnaeus) 为害严重,亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 为害较轻,但在滇西地区粟穗螟 *Mampava bipunctella* Ragonat 发生较重^[12]。进入21世纪,一点缀螟 *Paralipsa gularis* (Zeller)^[13]、亚洲玉米螟^[13-16]、黏虫^[16] 和地老虎^[16] 等演化为滇西玉米的主要害虫。2018年12月,草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 从缅甸入侵滇西南地区,随后快速扩散至我国26个省、市(区)^[17-18]。为了掌握滇西地区草地贪夜蛾入侵定殖后玉米害虫的发生为害和防治情况,我们在滇西德宏州瑞丽市调查了玉米生产中存在的害虫防治问题,以为滇西玉米生产的发展提供科技服务。

1 材料与方 法

1.1 农户玉米种植和施药情况调查

于2020年3月下旬在德宏州瑞丽市勐卯镇的小飞海、姐东、大马村、等贺村和南东村等5个村寨进行调查。每个村寨随机调查10家农户,记录该农户2018年和2019年种植玉米的季数、品种和产量,杀虫剂的施用种类、次数和药量,并计算用药成本情况。某玉米品种的种植率=该玉米品种的使用次数/种植玉米的总次数×100%;农药的使用率=该农药的施用次数/施用农药的总次数×100%。

1.2 玉米田害虫发生调查

调查地点在德宏州瑞丽市勐卯镇(23°58′35″N,

97°48′51″E),时间为2019年10月上旬至2019年12月中旬。当地玉米种植方式为1.80 m×0.15 m 畦作覆膜种植,沟宽约0.35 m,畦上种植4行玉米,间距约0.30 m×0.45 m,玉米种植密度通常为3800株/667 m²。选取种植面积大于1334 m²的地块,每块田地采用5点随机取样方法,每点连续调查100株玉米,记录玉米上所有害虫的种类和数量。共计调查88块玉米田,其中3叶期玉米田17块、拔节期40块、大喇叭口期13块、抽雄和吐丝期各9块。

1.3 数据分析

玉米害虫的调查数据采用双因素方差分析,农药使用调查数据采用单因素方差分析,并利用 Duncan 氏新复极差法进行多重比较分析。所有数据处理均使用 SPSS 23.0 软件系统。

2 结果与分析

2.1 瑞丽市玉米种植情况

对调查所得信息归纳整理可知,瑞丽市农户一年种植两季玉米,其中甜玉米种植率高达97.84%,仅2.16%的农户种植夏季糯玉米。与糯玉米相比,鲜食甜玉米的种类更为丰富,50家农户种植的甜玉米品种超过12种,其中‘哈尼’双色超甜玉米和‘菲尼克斯’超甜型鲜食玉米的总种植率超过60%,是当地鲜食甜玉米的主要种类(表1)。

2.2 玉米害虫的种群动态

由表2可知,瑞丽市冬季玉米的草地贪夜蛾虫株率在4%~10%之间,以拔节期及大喇叭口期玉米受害最重,虫株率分别达到8.5%和9.7%,抽雄期和吐丝期的百株虫量显著低于其他时期($F=7.634, P<0.05$)。斜纹夜蛾的虫株率在0.1%~0.6%之间,玉米各生长期斜纹夜蛾的虫株率和百株虫量均无显著差异($F_{\text{虫株率}}=1.412, P>0.05$; $F_{\text{百株虫量}}=0.815, P>0.05$)。亚洲玉米螟的虫株率均低于0.1%,且各玉米生长期的虫株率和百株虫量均无显著差异($F_{\text{虫株率}}=0.453, P>0.05$; $F_{\text{百株虫量}}=0.401, P>0.05$)。双因素方差分析表明,害虫种类和玉米生育期对3种害虫虫株率和百株虫量的影响均显著(害虫种类: $F_{\text{虫株率}}=343.654, P<0.05$; $F_{\text{百株虫量}}=160.250, P<0.05$ 。玉米生育期: $F_{\text{虫株率}}=9.384, P<0.05$; $F_{\text{百株虫量}}=8.069, P<0.05$),且玉米各生育期草地贪夜蛾的虫株率和百株虫量都显著高于斜纹夜蛾和亚洲玉米螟(三叶期: $F_{\text{虫株率}}=106.776, P<0.05$; $F_{\text{百株虫量}}=55.729, P<0.05$ 。拔

节期: $F_{\text{虫株率}} = 296.884, P < 0.05; F_{\text{百株虫量}} = 138.040, P < 0.05$ 。大喇叭口期: $F_{\text{虫株率}} = 121.633, P < 0.05; F_{\text{百株虫量}} = 111.969, P < 0.05$ 。抽雄期: $F_{\text{虫株率}} = 37.02, P < 0.05; F_{\text{百株虫量}} = 39.793, P < 0.05$ 。吐丝期: $F_{\text{虫株率}} = 49.299, P < 0.05; F_{\text{百株虫量}} = 22.859, P < 0.05$ 。

表 1 瑞丽市 2018 年—2019 年农户种植的玉米品种

Table 1 Maize varieties planted during 2018—2019 in Ruili city

品种 Variety	厂家 Manufacturer	商品名 Brand	种植季节 Planting season	种植率/% Planting rate
甜玉米 Sweet maize	北京哈尼种苗有限公司	哈尼	冬、夏播玉米	49.64
	北京四海种业有限公司	菲尼克斯	冬、夏播玉米	12.95
	云南王记彩云种业有限公司	库普拉 902	冬、夏播玉米	8.63
	南京永立农业发展有限公司	卡罗拉	冬、夏播玉米	6.47
	昆明九华农业发展有限公司	景彩	冬、夏播玉米	5.76
	三北种业有限公司	双色先蜜	冬、夏播玉米	5.04
	厦门农龙种苗有限公司	田蜜 3 号	冬、夏播玉米	3.60
	—	瑞娜	冬、夏播玉米	2.16
	厦门华泰五谷种苗有限公司	SBS902	冬、夏播玉米	1.44
	南京绿领种业有限公司	景甜 6 号	冬、夏播玉米	1.44
	厦门中田金品种苗有限公司	赣科甜 3 号	夏播玉米	1.42
	南京永立农业发展有限公司	蜜月	夏播玉米	0.72
	糯玉米 Waxy maize	北京新中品开元农业发展有限公司	天紫 23 号	夏播玉米

草地贪夜蛾的发生株数占总玉米害虫发生株数的 95.41%，可以判断，2019 年冬播甜糯玉米经农民防治后发生最重的害虫为草地贪夜蛾，斜纹夜蛾次

之，发生较轻的害虫为亚洲玉米螟，调查中除 1 例甜菜夜蛾为害 3 叶期玉米植株外，未观察到其他玉米害虫发生的现象。

表 2 玉米田主要害虫的种群密度¹⁾

Table 2 Population densities of major pests in maize fields

玉米生育期 Developmental stage of corn	虫株率/% Rate of damaged maize plants			百株虫量/头 Larvae per 100 maize plants		
	草地贪夜蛾 <i>S. frugiperda</i>	斜纹夜蛾 <i>S. litura</i>	亚洲玉米螟 <i>O. furnacalis</i>	草地贪夜蛾 <i>S. frugiperda</i>	斜纹夜蛾 <i>S. litura</i>	亚洲玉米螟 <i>O. furnacalis</i>
3 叶期 Three leaf stage	(6.1±2.3)bA	(0.3±0.5)aB	(0.1±0.2)aB	(15.4±6.2)aA	(2.1±5.1)aB	(0.1±0.2)aB
拔节期 Jointing stage	(8.5±3.1)aA	(0.3±0.5)aB	(0.1±0.1)aB	(13.7±7.0)aA	(0.5±1.6)aB	(0.0±0.1)aB
大喇叭口期 Late whorl leave stage	(9.7±3.0)aA	(0.6±0.4)aB	(0.0±0.1)aB	(12.8±4.1)aA	(1.0±0.8)aB	(0.0±0.1)aB
抽雄期 Tasseling stage	(5.1±1.2)bA	(0.4±0.6)aB	(0.0±0.1)aB	(5.8±2.1)bA	(0.5±0.9)aB	(0.0±0.1)aB
吐丝期 Silking stage	(4.3±1.6)bA	(0.1±0.1)aB	(0.0±0.0)aB	(5.2±2.9)bA	(0.0±0.0)aB	(0.0±0.0)aB

1) 表中数据为平均值±标准误差。同列不同小写字母表示在玉米不同生育期各指标差异显著($P < 0.05$)，同行不同大写字母表示不同害虫造成的虫株率或百株虫量差异显著。

The data in the table are mean ± standard error. Different lowercase letters in the same column indicate significant difference ($P < 0.05$). Different capital letters in the same row indicate that the rate of damaged maize or larvae per 100 maize of different pests are significantly different ($P < 0.05$).

2.3 玉米害虫防治用药种类和防效的调查分析

调查显示，当地农民仅使用化学农药防治玉米害虫，没有其他防治手段。2018 年—2019 年瑞丽市农户选用的杀虫剂种类较为单一，主要为高氯·甲维盐、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐(甲维盐)和甲氰菊酯 3 种杀虫剂。以高氯·甲维盐为有效成分的杀虫剂中，调查仅见“勇搏”(广西贝嘉尔生物化学制品有限公司)一种品牌。市场上甲维盐类杀虫剂品牌杂、剂型多，有效成分含量多为 5%，其中最常见品牌为“农舟行”(惠州市银农科技股份有限公司)，使用率

达 54.31%。甲氰菊酯类杀虫剂多配合其他杀虫剂使用，使用次数较少，且市场上品牌较单一(表 3)。

2018 年和 2019 年农户对该年度两季玉米使用最多的杀虫剂类型均为甲氨基阿维菌素苯甲酸盐，使用率均大于 65% 且呈逐年上升趋势。2019 年高氯·甲维盐的使用率较 2018 年显著下降($F = 4.388, P < 0.05$)，仅个别农户选择使用甲氰菊酯杀虫剂(图 1a)。对 2018 年和 2019 年施药次数的频次统计图可知，农户单季玉米的施药次数多为 5~6 次，相比于 2018 年，2019 年施药较少(< 5 次)的农户数量下降，

施药较多(>9次)的农户数量上升(图 1b)。

按当地每人每天工作 8 h 的劳动收入为 100 元,每 667 m² 玉米地单个农民的施药时间为 30 min 计算可得每次施药的劳动力成本约为 6.25 元,施药成本为农药费用和劳动力费用的总和,由此可知每 667 m² 的施药成本(表 4)。2018 年冬、夏季甜玉米的当季收购价格较低,分别为 1 500 元/t 和 1 250

元/t,2019 年冬、夏季甜玉米的当季收购价格分别提高至 4 000 元/t 和 3 500 元/t,由此可知农户的当季收入。2019 年农户较 2018 年同季度的施药次数和施药成本均有一定增加,但产量无显著差异($F=0.06, P>0.05$),可以推断,草地贪夜蛾入侵对农户玉米生产产生了一定影响,表现为施药次数和防治成本的增加。

表 3 瑞丽市 2018 年—2019 年农户选用的杀虫剂种类

Table 3 Insecticides used by farmers in Ruili city during 2018—2019

杀虫剂 Insecticide	有效成分含量/% Active ingredient	商品名 Brand	厂家 Manufacturer	剂型 Formulation	毒性 Toxicity	使用率/% Usage rate
高氯·甲维盐 <i>lambda</i> -cyhalothrin·emamectin benzoate	高效氯氟菊酯 4.2 甲维盐 0.2	勇搏	广西贝嘉尔生物化学制品有限公司	乳油	中等毒	22.84
甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 emamectin benzoate	5	农舟行	惠州市银农科技股份有限公司	微乳剂	低毒	54.31
		万腾	深圳诺普信农化股份有限公司	微乳剂	低毒	9.48
		标驰	东莞市瑞德丰生物科技有限公司	微乳剂	低毒	3.88
		银锐	惠州市银农科技股份有限公司	水分散粒剂	低毒	2.16
		郎岬	甘肃华实农业科技有限公司	水分散粒剂	低毒	2.16
		凯强	青岛凯源祥化工有限公司	水分散粒剂	中等毒	1.72
		德丰富旗胜	河北军星生物化工有限公司	水分散粒剂	低毒	0.43
		领天下	华北制药集团爱诺有限公司	乳油	低毒	0.86
甲氧菊酯 fenpropathrin	20	Udragon chemical	浙江省杭州宇龙化工有限公司	乳油	中等毒	0.86
		住友	浙江威尔达化工有限公司	乳油	中等毒	1.72

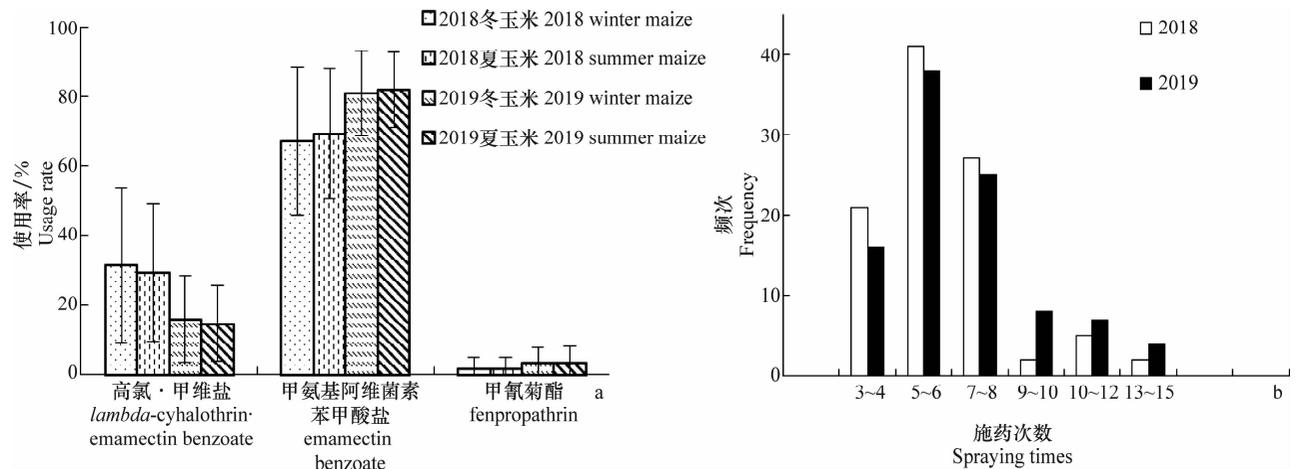


图 1 瑞丽市农户 2018 年—2019 年施药种类(a)和施药次数(b)分布

Fig. 1 Distribution of insecticides (a) and spraying frequency (b) by farmers in Ruili city during 2018—2019

表 4 瑞丽市 2018 年—2019 年玉米季节性施药成本及生产效益

Table 4 Seasonal pesticide application cost and productive benefit of corn in Ruili city during 2018—2019

类别 Type	年份 Year	施药次数/次 Spraying times	产量/kg·(667 m ²) ⁻¹ Yield	施药成本/元·(667 m ²) ⁻¹ Cost	当季收益/元·(667 m ²) ⁻¹ Income
冬播玉米 Winter maize	2018	5.55±2.08	950.00±166.46	61.70±27.48	1 425.00±249.69
	2019	6.13±2.45	961.22±151.47	68.33±30.84	3 844.88±605.88
夏播玉米 Summer maize	2018	6.22±2.51	996.43±158.28	70.35±35.06	1 294.80±205.76
	2019	6.83±3.12	995.92±160.67	75.08±40.31	3 485.72±562.35

3 结论与讨论

草地贪夜蛾原生于美洲热带和亚热带地区,是广泛分布于美洲各国的常发性害虫^[19-20]。已有报道表明,草地贪夜蛾可与棉铃虫 *Helicoverpa armigera* (Hübner)、美洲棉铃虫 *H. zea* (Boddie)和西部豆夜蛾 *Striacosta albicosta* (Smith)等害虫在玉米田混合发生,且更强的竞争优势使草地贪夜蛾对玉米种植业具有更大的威胁^[21-22]。草地贪夜蛾入侵前,亚洲玉米螟是我国玉米生产中最重要生物胁迫问题,此外桃蛀螟 *Conogethes punctiferalis* (Guenée)、棉铃虫、黏虫等为害情况近年也呈加重趋势^[11]。草地贪夜蛾入侵后,科研人员发现其与甜菜夜蛾 *S. exigua*、斜纹夜蛾 *S. litura*、黏虫、劳氏黏虫 *Mythimna loreyi* (Duponchel)和棉铃虫在玉米田中可混合发生^[23-24],但草地贪夜蛾的发生程度和范围均远超其他害虫。本研究表明由于草地贪夜蛾具有较强的物种竞争能力,已发展成为当地玉米田的优势害虫。亚洲玉米螟、斜纹夜蛾、黏虫和地老虎等往年常发害虫在玉米田中发生规模较小或基本没有发生,表明草地贪夜蛾的入侵已对玉米害虫的种群结构和动态产生了重要的影响^[25-26]。

我国热带、南亚热带地区的海南、广东、广西、云南和福建等省是草地贪夜蛾的周年发生区,冬季草地贪夜蛾在该地区的玉米、甘蔗等作物田为害,春季可随东亚和印度季风逐步迁入我国其他省份^[27-29]。据估计,在不防治的情况下,草地贪夜蛾对我国玉米的潜在经济损失总量可达 375.68 亿~3 283.45 亿元^[30]。2019 年草地贪夜蛾完成了在中国的入侵和定殖过程,2020 年开始将进入暴发为害阶段,我国草地贪夜蛾的防控工作将面临严峻的挑战^[29]。

对瑞丽市农户 2018 年—2019 年杀虫剂的使用种类和施药次数的调查显示,5%甲维盐是近两年来农民最常使用的农药种类。草地贪夜蛾入侵后,对高龄幼虫杀虫活性较低的高氯·甲维盐的市场占有率逐渐降低,而甲维盐呈上升趋势,瑞丽市的一些农

药商店已仅销售甲维盐一种农药^[17,31-32]。由于甲维盐对意大利蜜蜂具有高毒性,农户在玉米抽雄吐丝期频繁施用该药对蜜蜂的生存将造成严重威胁^[33]。过度依赖单一化学杀虫剂还将导致害虫抗药性快速上升,并引发害虫种群的再猖獗。20 世纪 70 年代至 80 年代后期,农民过度依赖拟除虫菊酯类杀虫剂等防治棉铃虫,最终导致 90 年代初棉铃虫种群的暴发,并由此带来生产成本快速上升、人畜农药中毒和生态环境恶化等一系列问题^[29]。

滇西是草地贪夜蛾缅甸虫源迁入我国的主要通道之一,也是我国本土虫源的主要发源地。由于草地贪夜蛾冬季主要在滇西南等玉米种植区繁殖,一旦滇西等地草地贪夜蛾对甲维盐等主要防治用药产生抗性,就会快速扩散至我国草地贪夜蛾主要发生区,对全国性草地贪夜蛾的防控产生不利影响^[27,34]。目前,草地贪夜蛾已对 41 种杀虫剂有效成分产生了不同程度的抗性,若对目前仅有的、为数不多的高效杀虫剂不进行合理的使用,草地贪夜蛾抗药性升高后将可能出现大面积的暴发为害^[34]。因此,对草地贪夜蛾周年繁殖区种群的抗药性监测和抗性治理已迫在眉睫。

我国早在 1975 年就确定了“预防为主,综合防治”的病虫草防治方针,重大病虫害的防治必须走绿色防治的道路。草地贪夜蛾的生物学习性、发生规律、监测预警技术和综合防治技术研究已取得了很大的进展,为应急防控工作提供了技术支撑^[29]。在滇西玉米种植区,可采用灯诱、食诱和性诱技术最大限度地降低成虫发生密度而降低田间幼虫量^[35-37],并利用生物农药如 Bt 杀虫剂等防治幼虫而减少甲维盐等化学农药的使用量^[38]。草地贪夜蛾的绿色防治还需要考虑天敌昆虫的调控功能,滇西地区生物多样性丰富,天敌生物控害潜力大,需要加以保护利用。

参考文献

- [1] 彭中人,韩东亮,山云辉,等. 云南德宏小粒咖啡复合栽培模式及其效益分析[J]. 热带农业科学, 2012, 32(6): 21-24.

- [2] 侯自明, 和风美, 朱永平. 云南热区甜玉米冬季制种技术[J]. 种子, 2013, 32(3): 113-115.
- [3] 何以高. 发挥保山气候资源优势 建设全省最佳人居盆地示范区[J]. 保山师专学报, 2002(6): 37-39.
- [4] 王健. 德宏州主要农作物全程机械化发展现状与对策[J]. 云南农业, 2019(3): 21-22.
- [5] 孟静娇, 杨谊艳, 杨纪明. 2019年保山市气候条件对玉米种植生长的影响及对策分析[J]. 中国种业, 2019(11): 25-27.
- [6] 李自卫, 冯绍卫, 车宏志. 1952—2008年德宏州玉米产量变化分析[J]. 现代农业科技, 2013(11): 71-74.
- [7] 车宏志. 德宏州玉米产业发展探析[J]. 现代农业科技, 2016(5): 82-86.
- [8] 肖卫华. 德宏州冬季甜玉米产业化开发探讨[J]. 云南农业, 2013(11): 50-51.
- [9] 李自卫, 冯绍卫, 肖卫华, 等. 德宏州鲜食甜玉米种植技术[J]. 农业科技通讯, 2019(3): 263-264.
- [10] 太红坤, 郭井菲, 张峰, 等. 草地贪夜蛾在云南冬季甜玉米上的生物学学习性及为害状观察[J]. 植物保护, 2019, 45(5): 91-95.
- [11] 王振营, 王晓鸣. 我国玉米病虫害发生现状、趋势与防控对策[J]. 植物保护, 2019, 45(1): 1-11.
- [12] 吴安国. 云南省玉米病虫害的发生及危害情况[J]. 云南农业科技, 1991(4): 7-10.
- [13] 太红坤, 白树雄, 韩永连, 等. 一点缀螟生物学特性及其在云南德宏玉米田的为害调查[J]. 植物保护学报, 2018, 45(2): 251-256.
- [14] 张婷, 许叁卫, 李翠芳, 等. 瑞丽市夏季玉米高产高效栽培技术[J]. 云南农业科技, 2020(1): 36-38.
- [15] 邵应德. 云南德宏玉米病虫害绿色防控技术[J]. 农业工程技术, 2019, 39(2): 37.
- [16] 邵思全, 段家友, 李琰聪. 保山市玉米生产现状、问题与对策[J]. 中国种业, 2010(10): 24-26.
- [17] 杨学礼, 刘永昌, 罗茗钟, 等. 云南省江城首次发现迁入我国西南地区的草地贪夜蛾[J]. 云南农业, 2019(1): 72.
- [18] 姜玉英, 刘杰, 谢茂昌, 等. 2019年我国草地贪夜蛾扩散为害规律观测[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 10-19.
- [19] LUGINBILL P. The fall army worm [R]. USDA Technology Bulletin, 1928, 34: 91.
- [20] SPARKS A N. A review of the biology of the fall armyworm [J]. Florida Entomologist, 1979, 62(2): 82-87.
- [21] BENTIVENHA J P F, BALDIN E L L, HUNT T E, et al. Intraguild competition of three noctuid maize pests [J]. Environmental Entomology, 2016, 45(4): 999-1008.
- [22] RODRIGUEZ-DEL-BOSQUE L A, CANTU-ALMAGUER M A, REYES-MENDEZ C A. Larval competition between *Helicoverpa zea* and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) on corn ears in northern Mexico [J]. Journal of Entomological Science, 2012, 47: 185-187.
- [23] 郭井菲, 静大鹏, 太红坤, 等. 草地贪夜蛾形态特征及与3种玉米田为害特征和形态相近鳞翅目昆虫的比较[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 7-12.
- [24] 陈琦, 段云, 侯艳红, 等. 草地贪夜蛾与玉米灌浆期3种常见夜蛾科害虫的形态特征比较[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 34-41.
- [25] 太红坤, 白树雄, 顾中量, 等. 云南省德宏州亚洲玉米螟发生动态及主要危害区域调查[J]. 植物保护, 2016, 42(2): 171-176.
- [26] 谢燕芬. 云南瑞丽市玉米螟的发生特点及综合防治技术[J]. 农业工程技术, 2018, 38(32): 28-29.
- [27] 吴秋琳, 姜玉英, 吴孔明. 草地贪夜蛾缅甸虫源迁入中国的路径分析[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 1-6.
- [28] 吴秋琳, 姜玉英, 胡高, 等. 中国热带和南亚热带地区草地贪夜蛾春夏两季迁飞轨迹的分析[J]. 植物保护, 2019, 45(3): 1-9.
- [29] 吴孔明. 中国草地贪夜蛾的防控策略[J]. 植物保护, 2020, 46(2): 1-5.
- [30] 秦誉嘉, 杨冬才, 康德琳, 等. 草地贪夜蛾对我国玉米产业的潜在经济损失评估[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 69-73.
- [31] 鲁艳辉, 田俊策, 郑许松, 等. 二十六种杀虫剂对不同龄期草地贪夜蛾幼虫的室内毒力[J]. 浙江农业学报, 2019, 31(12): 2049-2056.
- [32] 林玉英, 金涛, 马光昌, 等. 15种杀虫剂对草地贪夜蛾卵的毒力测定[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 82-86.
- [33] 裴晖, 欧晓明, 于伟丽, 等. 4种杀虫剂对意大利蜜蜂的急性毒性评价[J]. 世界农药, 2013, 35(4): 50-51.
- [34] 吴益东, 沈慧雯, 张正, 等. 草地贪夜蛾抗药性概况及其治理对策[J]. 应用昆虫学报, 2019, 56(4): 599-604.
- [35] 和伟, 赵胜园, 葛世帅, 等. 草地贪夜蛾种群性诱测报方法研究[J]. 植物保护, 2019, 45(4): 48-53.
- [36] 王立颖, 李晶晶. 生物食诱剂对东北大豆田鳞翅目害虫防治效果初探[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(3): 59-62.
- [37] 姜玉英, 刘杰, 杨俊杰, 等. 2019年草地贪夜蛾灯诱监测应用效果[J]. 植物保护, 2020, 46(3): 118-122.
- [38] 赵胜园, 杨现明, 孙小旭, 等. 常用生物农药对草地贪夜蛾的室内防效[J]. 植物保护, 2019, 45(3): 21-26.

(责任编辑: 杨明丽)

(上接 216 页)

- [27] 路河. 定植期对红颊草莓植株黄化及产量影响研究初报[J]. 北京农业, 2008(18): 64-67.
- [28] 刘怀. 不同定植期对冷藏草莓苗生长状况和果实品质影响[D]. 雅安: 四川农业大学, 2015.
- [29] 杨肖芳, 张豫超, 苗立祥, 等. 定植期对草莓越心、越雨物候期及产量的影响[J]. 浙江农业科学, 2017, 58(4): 587-589.
- [30] 华军, 王勤礼, 王鼎国, 等. 定植时期对张掖市春播娃娃菜性状及产量的影响[J]. 甘肃农业科技, 2018(1): 40-42.
- [31] 陈志杰, 许光俊, 张淑莲, 等. 线辣椒定植期与病毒病发生关系的研究[J]. 植物保护, 1994, 20(6): 13-15.
- [32] 董洁, 楚金萍. 不同定植期对复播加工番茄产量和品质的影响[J]. 新疆农业科技, 2018(2): 47-48.
- [33] 李英梅, 白青, 王周平, 等. 烟粉虱与番茄黄化曲叶病毒病发生关系研究[J]. 中国农学通报, 2019, 35(4): 102-107.

(责任编辑: 杨明丽)