

2019 年云南省草地贪夜蛾春夏季发生特征

赵雪晴^{1#}, 屈天尧^{2#}, 李亚红², 尹艳琼¹, 张红梅¹,
王 燕¹, 李向永¹, 陈福寿¹, 李永川^{2*}, 谌爱东^{1*}

(1. 云南省农业科学院农业环境资源研究所, 昆明 650205; 2. 云南省植保植检站, 昆明 650034)

摘要 草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* 自 2019 年 1 月 11 日在云南省普洱市江城县首次被发现以来, 截至 6 月 24 日, 全省已发生 16 个州(市)128 个县(区、市), 累计发生面积达 11.72 万 hm^2 , 总体呈现由滇西南、滇南、滇西向滇东南、滇中、滇东北和西北迁飞扩散的趋势。4—5 月, 实地调查受害株率 4.00%~97.00%, 平均单株虫量 0.02~2.72 头。同时, 世代重叠现象突出, 田间可见各种虫态。到 6 月下旬, 随着西南季风加强和玉米种植面积的不间断扩大, 云南草地贪夜蛾发生特征已经从初期的零星发生、区域间有较大差异、以境外虫源为主向全境普遍性发生、发生程度高及境外虫源与本地虫源混合发生为害转变。同时, 值得注意的是, 云南玉米周年种植及播期的复杂化也为草地贪夜蛾的发生为害提供了连续不断的丰富食料, 成为其为害严重的重要原因之一。

关键词 草地贪夜蛾; 发生特征; 云南; 春夏季

中图分类号: S 435.132 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019345

Seasonal occurrence characteristics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in Yunnan in 2019 spring and summer

ZHAO Xueqing¹, QU Tianyao², LI Yahong², YIN Yanqiong¹, ZHANG Hongmei¹,
WANG Yan¹, LI Xiangyong¹, CHEN Fushou¹, LI Yongchuan², CHEN Aidong¹

(1. Institute of Agricultural Environment and Resources, Yunnan Academy of Agricultural Sciences, Kunming 650205, China;
2. Yunnan Plant Protection and Plant Quarantine Station, Kunming 650034, China)

Abstract On January 11, 2019, the fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) was discovered in Jiangcheng county, Puer city of Yunnan province. Up to June 24, 128 counties of 16 prefectures (cities) have been infested in Yunnan province with a cumulative occurrence area of 117 200 hm^2 , in general it showed that the trend of migration and diffusion was from southwestern, southern, western to southeastern, central, northeastern and northwest Yunnan. From April to May in field the infested rates of plant were 4.00%—97.00% and mean densities were 0.02—2.72 individual per plant. At the same time, generation overlapping was prominent and various stages can be found. By the end of June, with the enhancement of southwest monsoon and the continuous expansion of maize planting area, the occurrence characteristics of FAW in Yunnan had changed greatly. At first, the FAW occurred sporadically, the occurrence in different regions was quite different, and the source of FAW was mainly from abroad. But now the FAW has spread to almost all regions of Yunnan and seriously occurred with the mixture of overseas and local FAW as the source. It is worth noting that the perennial planting and various sowing dates in Yunnan has also provided continuous abundant food for FAW, which has become one of the important reasons for its serious damage.

Key words *Spodoptera frugiperda*; occurrence characteristics; Yunnan; spring and summer

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) 属鳞翅目 Lepidoptera, 夜蛾科 Noctuidae, 英文名 fall armyworm, 即秋黏虫, 是一种具有

超强迁飞能力的杂食性害虫。可为害玉米、水稻和麦类等粮食作物和果树、蔬菜、花卉和烟草等经济作物共 353 种植物^[1]。草地贪夜蛾原产于美洲热带和

收稿日期: 2019-07-08 修订日期: 2019-07-12

基金项目: 云南省财政专项

致 谢: 文山州、普洱市、保山市、曲靖市、玉溪市、红河州、德宏州、临沧市、楚雄州、西双版纳州、怒江州、大理州、昭通市植保植检站以及部分县(区、市)植保植检站在本研究的实地调查和取样中给予大力支持和配合。

* 通信作者 E-mail: shenad68@163.com, kmyongchuan@163.com

为并列第一作者

亚热带地区^[2],2016 年 1 月在非洲西海岸尼日利亚首次被发现^[3],两年时间内迅速扩散蔓延至撒哈拉以南地区^[4]。2018 年 5 月,草地贪夜蛾跨海迁入印度卡纳塔克邦并一路北上为害印度大部分地区^[5-6]。2018 年 12 月泰国、斯里兰卡、孟加拉国、缅甸先后确认被该虫入侵^[7-9]。2019 年草地贪夜蛾由缅甸入侵中国,1 月 11 日在云南省普洱市江城县首次发现,随后德宏州和保山市也相继发现草地贪夜蛾^[10-11]。经中国农业科学院深圳农业基因组研究所采用分子标记手段鉴定,确认入侵我国的草地贪夜蛾为玉米型^[12]。玉米是云南的主要粮食作物,也是冬季当地农民的主要收入来源,在夏秋季则是农家的粮食和饲料贮备,常年种植面积超过 170 万 hm^2 。在云南,除夏季正季玉米大面积种植外,西南部、南部、东南部地区以及中部部分地区,由于光热条件充足,鲜食玉米四季种植。草地贪夜蛾的入侵给云南省玉米生产带来毁灭性打击,其惊人的扩散蔓延速度和严峻的发生态势已引起国家相关部门、省委、省政府以及各级专家的高度重视。云南省农业科学院在省政府、省农业厅的支持下及时组织专家奔赴 16 个地州(市)开展专题实地调查和防控指导。现把调研情况汇报如下。

1 材料与方法

1.1 数据来源

云南省农业科学院农业环境资源研究所对全省 16 个地州(市)及部分县(区)进行实地调查;全省发生情况与相关信息由云南省农业农村厅、云南省植保植检站及各州市植保站提供。

1.2 4—5 月实地调查路线

2019 年 4 月 2 日—26 日:滇中玉溪;2019 年 4 月 27 日至 5 月 1 日:滇西南临沧、西双版纳和滇南普洱;2019 年 5 月 8 日—11 日:滇中楚雄,滇西保山、德宏、大理,滇西北怒江;2019 年 5 月 12 日:滇中昆明;2019 年 5 月 13 日—16 日:滇东北曲靖,滇南红河,滇东南文山;2019 年 5 月 20 日—23 日:滇西北丽江、迪庆;2019 年 5 月 27 日—29 日:滇东北昭通。

1.3 田间调查方法

采用国际粮农组织推荐的“W”型调查取样方法,5 点取样,每点 10 株,共查 50 株,记录玉米品种、受害株率(%)、单株虫量(头/株)、虫态(低龄幼虫、高龄幼虫、成虫、卵)、防控情况等。

1.4 统计方法

受害株率=受害株数/总调查株数 $\times 100\%$;

平均单株虫量=剥查到的总虫量/剥查总株数。

2 结果与分析

2.1 全省草地贪夜蛾扩散动态

2019 年 1 月 11 日,草地贪夜蛾在滇南普洱市的中缅边境县—江城首次发现。1 月 14 日和 18 日在云南边境德宏州芒市和保山市龙陵县、施甸县、昌宁县相继查见;2 月 28 日,在红河州元阳查见;3 月中旬在滇中玉溪,滇南临沧、西双版纳查见;3 月下旬滇东南文山报道查见;4 月中旬在滇东北曲靖查见,4 月中下旬在滇东北昭通,滇中昆明、楚雄,滇西大理、怒江及滇西北丽江查见;5 月中旬迪庆查见(图 1)。

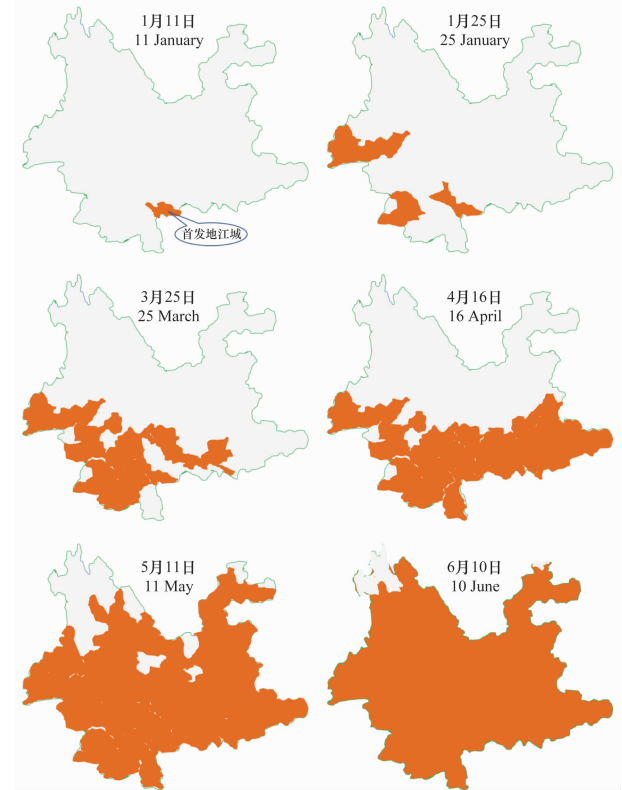


图 1 云南省 2019 年 1 月—6 月草地贪夜蛾入侵扩散动态
Fig.1 Invasion and diffusion dynamics of *Spodoptera frugiperda* from January to June, 2019 in Yunnan

草地贪夜蛾从云南南部和西部进入,逐步向中部、东部和东南部扩散,4 月 16 日自西向东,南部边境一线全面覆盖。据统计,4 月 30 日,云南省共 15 个州(市)93 个县(市、区)发生草地贪夜蛾为害,累计发生面积 0.85 万 hm^2 ;5 月 11 日共 109 个县(市、区)发现该虫为害,累计发生面积 2.25 万 hm^2 。同期全国农业技术推广服务中心报道,全国有 13 省 61 个市(州)261 县(市、区)查见草地贪夜蛾幼虫为害;5 月 28 日云南省 16 个州(市)120 个县(市、区)发现该虫为害,累计发生面积 4.86 万 hm^2 ;6 月 17 日蔓延至 16 个州、市 125 个县(区、市),累计发生面

表 1 2019 年 4 月—6 月草地贪夜蛾在云南省为害面积动态表

Table 1 Dynamic of occurrence area of <i>Spodoptera frugiperda</i> from April to June, 2019 in Yunnan																				
州/市 Prefectures/ cities	县、区、市/个 No. of counties, districts and municipalities	01-23		03-11		03-25		04-30		05-11		05-28		06-24						
		已发生 县、区、 市/个 Occurred	发生 面积/hm ² Occurrence area	已发生 县、区、 市/个 Occurred	发生 面积/hm ² Occurrence area	已发生 县、区、 市/个 Occurred	发生 面积/hm ² Occurrence area	已发生 县、区、 市/个 Occurred	发生 面积/hm ² Occurrence area	已发生 县、区、 市/个 Occurred	发生 面积/hm ² Occurrence area	已发生 县、区、 市/个 Occurred	发生 面积/hm ² Occurrence area	已发生 县、区、 市/个 Occurred	发生 面积/hm ² Occurrence area					
普洱 Puer	10	2	133.33	7	396.00	8	794.67	10	1 146.67	10	6 769.33	10	12 073.33	10	16 620.00					
德宏 Dehong	5	4	80.00	4	1 908.00	4	2 763.33	5	2 943.33	5	3 244.00	5	4 193.33	5	6 593.33					
保山 Baoshan	5	3	181.73	3	234.67	3	234.67	5	2 333.33	5	2 400.00	5	4 793.33	5	13 420.00					
红河 Honghe	13	—	—	1	3.33	6	88.67	13	644.00	13	2 281.33	13	5 046.67	13	6 820.00					
临沧 Lincang	8	—	—	5	13.33	5	523.33	8	623.33	8	5 064.00	8	4 873.33	8	5 460.00					
玉溪 Yuxi	9	—	—	2	1.33	2	1.33	9	413.33	9	719.33	9	1 266.67	9	10 740.00					
西双版纳 Xishuangbanna	3	—	—	1	8.00	2	21.33	3	32.00	3	334.00	3	1 286.67	3	1 986.67					
文山 Wenshan	8	—	—	—	—	—	—	8	63.33	8	63.33	8	7 773.33	8	27 353.33					
曲靖 Qujing	9	—	—	—	—	—	—	5	145.33	9	1 098.00	9	4 266.67	9	11 246.67					
昭通 Zhaotong	11	—	—	—	—	—	—	4	70.67	7	86.67	9	200.00	11	733.33					
大理 Dali	12	—	—	—	—	—	—	7	—	10	70.00	12	406.67	12	1 353.33					
楚雄 Chuxiong	10	—	—	—	—	—	—	7	—	7	117.33	10	506.67	10	3 326.67					
昆明 Kunming	14	—	—	—	—	—	—	6	32.67	10	70.67	13	1 400.00	13	6 180.00					
丽江 Lijiang	5	—	—	—	—	—	—	2	—	4	121.33	4	540.00	5	3 460.00					
怒江 Nujiang	4	—	—	—	—	—	—	1	—	1	6.67	1	11.33	4	1 766.67					
迪庆 Diqing	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11.33	3	93.33					
总计 Total	129	9	395.06	23	2 564.66	30	4 427.33	93	8 448.00	109	22 446.00	120	48 649.33	128	117 153.33					

积 8.61 万 hm²。截至 6 月 24 日全省除昆明市的官渡区外,128 个县(区、市)发生为害,累计发生面积 11.72 万 hm²(表 1)。总体呈现由滇南、滇西、滇西南向滇东南、滇中和滇东北、滇西北迁飞扩散的趋势(图 1)。

2.2 4—5 月份草地贪夜蛾发生特征

草地贪夜蛾自今年 1 月进入我国以来,在云南省西南部州市相继发生,范围逐步扩大,各生育期玉米均有受害(表 2)。

表 2 草地贪夜蛾 2019 年 4 月—5 月在云南田间发生实况
Table 2 Field occurrence of *Spodoptera frugiperda* from April to May, 2019 in Yunnan

州/市 Prefecture/ cities	叶片 数/片 Leaves	受害株率/% Plant infested rate	单株 虫量/头 Density	龄期/龄 Instar
普洱 Puer	5~9	33.3~74	0.28~0.91	1~6
德宏 Dehong	5~11	16~32	0.16~0.40	2~5
保山 Baoshan	8~11	14~52	0.10~0.31	2~6
红河 Honghe	5~9	30~88	0.14~2.00	3~6
临沧 Lincang	7~10	35.7~66	0.63~1.30	2~6
玉溪 Yuxi	5~12	4.0~75.31	0.20~0.42	1~6
西双版纳 Xishuangbanna	6~12	81~97	0.96~2.72	2~6
文山 Wenshan	5~12	14.7~50	0.19~0.50	4~6
曲靖 Qujing	5~9	24~48	0.18~0.56	4~6
昭通 Zhaotong	5~9	12~28	0.10~0.35	2~6
大理 Dali	3~10	14~48	0.14~0.63	1~6
楚雄 Chuxiong	5~9	6~37	0.05~0.13	1~6
昆明 Kunming	5~7	50	0.32	1~4
丽江 Lijiang	5~7	11.16	0.08	1~6
怒江 Nujiang	6~9	20	0.16	2~5
迪庆 Diqing	3~5	5.9	0.02	2~4

其中苗期叶片受害很普遍,也有咬断幼苗基部造成缺塘少苗的现象。5 叶期以后,低龄幼虫啃食叶片或心叶,高龄幼虫蛀心为害。孕穗期咬断未抽出的小穗造成雄穗受损或断穗。雄穗抽出后,幼虫可下移至雌穗咬断花丝或钻蛀雌穗穗轴,或落地化蛹。实地调查结果表明,临沧、西双版纳、红河、普洱、玉溪调查的 19 个点中,17 个点受害株率超过 20%,占 89.47%,16 个点超过 30%,占 84.21%,11 个点超过 60%,占 57.89%,最高受害株率达 97%。临沧、西双版纳、红河、普洱、玉溪的平均受害株率分

别为 57.57%、87.67%、56.25%、49.1%、42.04%,平均 58.53%。田间虫量较大,平均单株虫量 0.14~2.72 头,84.21%的调查地块单株虫量超过 0.2 头,52.63%的调查地块超过 0.4 头,20.09%的调查地块超过 1 头;保山、曲靖、文山、德宏、大理、昆明共查 14 个点,10 个点受害株率超过 20%,占 71.43%,9 个点受害株率超过 30%,占 64.29%。平均 34.1%,最高受害株率达 52%。保山、曲靖、文山、德宏、大理、昆明的平均受害株率分别为 33%、36%、33.57%、24%、28%、50%。平均单株虫量 0.1~0.63 头,57.14%的调查地块单株虫量超过 0.2 头,42.29%调查地块单株虫量超过 0.4 头;昭通、楚雄、怒江、丽江、迪庆共查 10 个点,受害株率分别为 19.33%、18%、20%、11.16%、5.9%,平均受害株率 14.88%,有 3 个点受害株率超过 20%,占 37.5%。单株虫量 0.02~0.35 之间,有 87.5%的调查地块单株虫量低于 0.2 头。

总体上,各发生地草地贪夜蛾世代重叠现象突出,1~6 龄幼虫共存,平均受害株率 4%~97%,有 59.52%以上的调查点受害株率超过 30%。单株虫量 0.02~2.75 头,有 47.62%以上的调查点单株虫量超过 0.3 头。前期防治时若选择的药剂合适,即使受害株率高,平均单株虫量均不足 0.3 头。未防治地块普遍单株虫量偏高,最高平均单株虫量 2.5 头以上。田间实地调查结果表明,全省发生程度由重到轻的顺序依次为:西双版纳、红河、临沧、普洱、文山、大理、曲靖、保山、德宏、玉溪、昆明、楚雄、昭通、怒江、丽江、迪庆。

2.3 6 月份草地贪夜蛾发生特点

根据各州市 6 月上中旬监测数据,各地虫情不同(表 3),全省玉米平均受害株率 7.68%~55.1%,最高达 100%,平均单株虫量 0.05~0.85 头,个别田块单株虫量高达 6 头,前期未加防治的地块大多单株虫量为 2~3 头;甘蔗平均受害株率 3.3%~13%,最高 60%。单株虫量 0.01~0.05 头,最高 0.1 头;高粱平均受害株率 7.5%,最高 10%,单株虫量 0.02 头。

表 3 云南各州、市草地贪夜蛾监测结果(6 月 17 日)
Table 3 Monitor results of *Spodoptera frugiperda* in prefectures/cities (17 June) in Yunnan

州/市 Prefectures/cities	发生面积/万 hm ² Occurrence area	受害株率/% Infestation rate		单株虫量/头 Density		虫龄/龄 Instar
		幅度 Range	平均 Mean	幅度 Range	平均 Mean	
普洱 Puer	1.662	—	—	0.01~2.00	0.85	1~6
德宏 Dehong	0.599	5.0~45.0	—	0.02~2.00	~	1~6
保山 Baoshan	1.143	12~42.5	28.78	0.09~0.47	0.22	1~6
红河 Honghe	0.682	5~100	19.21	0.03~0.53	0.14	1~6

续表 3 Table 3(Continued)

州/市 Prefectures/cities	发生面积/万 hm ² Occurrence area	受害株率/% Infestation rate		单株虫量/头 Density		虫龄/龄 Instar
		幅度 Range	平均 Mean	幅度 Range	平均 Mean	
临沧 Lincang	0.535	—	55.10	—	—	1~6
玉溪 Yuxi	0.185	—	—	—	—	1~6
西双版纳 Xishuangbanna	0.185	—	—	—	—	1~6
文山 Wenshan	1.628	—	14.70	—	0.19	1~6
曲靖 Qujing	0.778	11~23	—	1~3	—	1~6
昭通 Zhaotong	0.060	6.0~8.0	—	—	0.08	1~6
大理 Dali	0.088	5.0~35.08	10.85	0.06~0.39	0.12	1~6
楚雄 Chuxiong	0.116	1.6~78	11.00	0.07~0.84	0.16	1~6
昆明 Kunming	0.598	—	—	—	—	1~6
丽江 Lijiang	0.171	2.42~11.16	7.68	0.02~0.08	0.05	1~6
怒江 Nujiang	0.177	—	27	—	0.17	1~6
迪庆 Diqing	0.003	6.0~15.0	9	0.02~0.11	0.05	1~6
合计 Total	8.610	—	7.68~55.1	—	0.05~0.85	1~6

2.4 受害寄主植物

目前,已经确认田间受害寄主植物有玉米、甘蔗、高粱等。4月29日,在勐海县勐混镇水稻上发现1头5龄草地贪夜蛾幼虫,但周边未见取食斑;5月31日,在开远县发现禾本科杂草马唐 *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. 上有取食斑并查见1龄幼虫2头;5月29日普洱景谷县发现生姜上有取食斑并查见幼虫,6月5日笔者在开远县试验时也发现生姜上有取食斑,但未发现任何虫态草地贪夜蛾。室内常温(25℃±5℃,70%±10%,L//D=14 h//10 h)条件下笔者选用4叶期烟草苗、大豆苗、蚕豆苗进行饲养,结果表明,草地贪夜蛾能取食烟草苗和大豆苗,但1~3龄幼虫存活率低,4龄以上幼虫可化蛹,但虫蛹个体小,不羽化。蚕豆苗未见被取食。

2.5 云南省玉米种植区划及草地贪夜蛾发生情况

据云南省农业农村厅统计,2017年云南省粮食播种面积444.91万hm²,玉米作为主要粮食作物约占粮食总播种面积的38.58%,播种面积171.69万hm²,据2015年—2017年的统计数据,云南常年玉米播种面积均超过170万hm²(图2)。德宏州、保山市、临沧市、普洱市、西双版纳州、红河州、文山州以及玉溪市、大理州和昆明市、曲靖市的部分低热河谷地区是冬季鲜食玉米主要生产区。昭通市、曲靖市、大理州、楚雄州、丽江市及其他州(市)的山区半山区,是夏播玉米主产区。

截至6月24日(图3),云南省草地贪夜蛾累计发生面积11.72万hm²,受害面积降序为:文山>普洱>保山>曲靖>玉溪>红河>德宏>昆明>临沧>丽江>楚雄>西双版纳>怒江>大理>昭通>迪庆。其中,文山、普洱、保山受害面积超过1.3万hm²,

曲靖、玉溪、红河超过0.67万hm²,德宏、昆明、临沧、丽江、楚雄超过0.33万hm²。据本研究团队专家与全省各州市植保测报专家会商预测,今年草地贪夜蛾预计发生面积不低于79.77万hm²。截至6月下旬,随着西南季风加强和玉米种植面积的不断扩大,云南省草地贪夜蛾的发生态势将从初期的零星发生、区域间差异较大发生向普遍性发生转变;发生程度由区域间差异显著向全境高级别发生程度转变;虫源组成也由境外迁入虫源向境外和本地虫源叠加混合发生转变。同时,云南周年种植玉米以及玉米生育期的多样化也为草地贪夜蛾的发生为害提供了连续不断的丰富食料,是云南草地贪夜蛾发生持续期长,为害严重的主要原因之一。

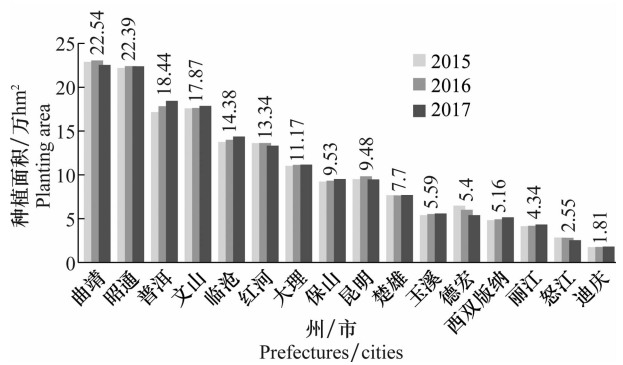


图2 2015年—2017年云南玉米种植区划

Fig. 2 Corn planting regionalization in Yunnan province in 2015—2017

草地贪夜蛾在全省大部有中等偏重发生的态势,特别是普洱、保山、德宏、临沧、红河等首批虫源迁入区域局部有重发生可能,其次曲靖、玉溪、大理、楚雄等玉米主要种植区,其繁殖、扩散、蔓延和加重为害的风险较高。

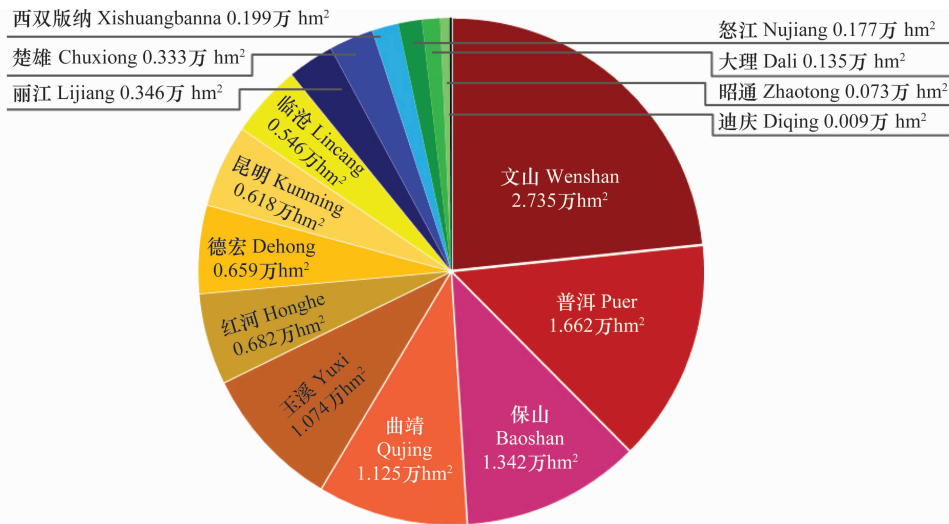


图 3 云南省春夏玉米草地贪夜蛾发生面积图(截至 6 月 24 日)

Fig. 3 Occurrence area of *Spodoptera frugiperda* in spring and summer corn field in Yunnan province (up to 24, June)

3 讨论

草地贪夜蛾于今年 1 月 11 日首次在云南江城
县发现以来,在云南各地州市相继被查见,且田间虫
情多变,世代重叠现象突出。特别在滇西南和滇南
一带,本地虫源已定殖并不断增殖,境外虫源不断迁
入叠加,各区域间虫源相互交换重叠,形成多虫态多
龄期共存的现象。已防治地块短期内种群基数可
控,但随新虫源迁入,草地贪夜蛾可迅速完成种群重
建,种群重建期间,虫情若得不到有效的控制,为害
率可达到 100%。草地贪夜蛾为害可造成玉米减产
20%~40%^[13-14]。南美的阿根廷有其造成 72%产
量损失的报道^[15]。该虫是国际公认的全球性重要
害虫,党中央、国务院对此高度重视,中央领导同志
多次做出重要批示,要求抓紧指导和支持相关地区
加强监测和防控,努力遏制害虫为害,避免对粮食生
产造成不利影响。玉米是云南省主要粮食作物之
一,常年种植面积不低于 170 万 hm²,在粮食生产中
占有比较重要的份额。冬作鲜食玉米是农民全年收
入的主要来源之一,夏播玉米是畜牧产业饲料的重
要组成,因此玉米产业健康发展关系到少数民族地
区脱贫攻坚战的成败以及云南省精准脱贫工程能否
按期完成。云南省有热带、亚热带季风气候和高原山
地气候,而热带或亚热带气候区是草地贪夜蛾入侵风
险较高的区域^[5,16-17]。随着西南季风加强和夏播玉米
种植完成,加之境外迁入虫源和本地虫源叠加,云南
省面临草地贪夜蛾全省暴发发生的潜在威胁。据省

内各级植保测报专家预测,云南省草地贪夜蛾在玉米
上普遍发生,预计发生面积不低于 79.77 万 hm²,发
生程度为中等偏重态势。云南适宜的气候条件和广
泛的寄主分布,加之夏播玉米主要分布的山区、半山
区,生产条件差,缺水缺人力,夏播玉米生产和管理
相对粗放,因此,云南夏播玉米草地贪夜蛾的防控压
力将十分严峻,应充分做好种群监测、技术宣传与培
训以及绿色防控技术措施到位等工作。

参考文献

[1] MONTEZANO D G, SPECHTA, SOSA-GÓMEZ, et al. Host
plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in
the Americas [J]. African Entomology, 2018, 26(2): 286 - 301.
[2] TODD E L, POOLE R W. Keys and illustrations for the army-
worm moths of the noctuid genus *Spodoptera* Guenée from the
Western Hemisphere [J]. Annals of the Entomological Society
of America, 1980, 73(6): 722 - 738.
[3] GOERGEN G, KUMAR P L, SANKUNG S B, et al. First re-
port of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiper-
da* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien inva-
sive pest in West and Central Africa [J/OL]. PLoS ONE,
2016, 11(10): e0165632.
[4] FAO. Fall armyworm keeps spreading and becomes more de-
structive [EB/OL]. (2018 - 06 - 28) [2018 - 10 - 05]. [http://
www.fao.org/news/story/en/item/1142085/icode/](http://www.fao.org/news/story/en/item/1142085/icode/).
[5] DESHMUKH S, KALLESHWARASWAMY C M, ASOKAN
R, et al. First report of the fall armyworm *Spodoptera frugi-
perda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), an alien invasive
pest on maize in India [J]. Pest Management in Horticultural
Ecosystems, 2018, 24(1): 23 - 29.

- [6] FAO. 秋黏虫可能从印度蔓延到亚洲其他地区, 东南亚和中国南部首当其冲[EB/OL]. [2018-8-14]. <https://news.un.org/zh/story/2018/08/1015522>.
- [7] NAYAR J K, VAN HANDEL E. Flight performance and metabolism of the moth *Spodoptera frugiperda* [J]. Journal of Insect Physiology, 1971, 17(12): 2475-2479.
- [8] HANDEL E V. Lipid utilization during sustained flight of moths [J]. Journal of Insect Physiology, 1974, 20(12): 2329-2332.
- [9] GLICK P A. The distribution of insects, spiders, and mites in the air [R]. Technical Bulletins, 1939, 673: 1-150.
- [10] 全国农业技术推广服务中心. 重大害虫草地贪夜蛾已侵入云南, 各地要立即开展调查监测[R]. 植物病虫情报, 2019年第7期, 2019-01-18.
- [11] 全国农业技术推广服务中心. 草地贪夜蛾在云南西南部3市州为害冬玉米[R]. 植物病虫情报, 2019年第8期, 2019-02-01.
- [12] 张磊, 靳明辉, 张丹丹, 等. 入侵云南草地贪夜蛾的分子鉴定[J]. 植物保护, 2019, 45(2): 19-24.
- [13] EARL Y R, GONZALEZ-MORENO P, MURPHY S T, et al. Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm [J/OL]. bioRxiv, 2018, doi: <https://doi.org/10.1101/391847>.
- [14] WYCKHUYS K A G, ONEIL R J. Population dynamics of *Spodoptera frugiperda* Smith (Lepidoptera: Noctuidae) and associated arthropod natural enemies in Honduran subsistence maize [J]. Crop Protection, 2006, 25(11): 1180-1190.
- [15] MURA G, MOLINA-OCCHOA J, COVIELLA C. Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in northwestern Argentina [J]. Florida Entomologist, 2006, 89(2): 175-182.
- [16] BHOSALE J. Fall armyworm, considered threat for global food security spreads from maize to sugarcane in India [EB/OL]. [2018-10-09] <https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/agriculture/fall-armyworm-considered-threat-for-global-food-security-spreads-from-maize-to-sugarcane-in-india/articleshow/66129005.cms>.
- [17] 郭井菲, 赵建周, 何康来, 等. 警惕危险性害虫草地贪夜蛾入侵中国[J]. 植物保护, 2018, 44(6): 1-10.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 74 页)

- [9] 吴文君, 刘惠霞. 对农药的几点看法[J]. 农药, 1998(9): 3-7.
- [10] 赵胜园, 孙小旭, 张浩文, 等. 常用化学杀虫剂对草地贪夜蛾防效的室内测定[J]. 植物保护, 2019, 45(3): 10-14.
- [11] 赵胜园, 杨现明, 杨学礼, 等. 8种农药对草地贪夜蛾的田间防治效果[J/OL]. 植物保护, 2019, 45(4): 74-78.
- [12] 罗志良, 戴开甲. 侧沟茧蜂应用研究的新进展[J]. 昆虫知识, 1998, 35(5): 293-296.
- [13] HERBERT D A, ZEHNDER G W, SPEESE J, et al. Parasitization and timing of diapause in Virginia *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae); implications for biocontrol of *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae) in soybean [J]. Environmental Entomology, 1993, 22(3): 693-698.
- [14] LI Jiancheng, YAN Fengming, COUDRON T A, et al. Field release of the parasitoid *Microplitis mediator* (Hymenoptera: Braconidae) for control of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in cotton fields in northwestern China's Xinjiang province [J]. Environmental Entomology, 2006, 35(3): 694-699.
- [15] 陈乾锦, 张建忠, 黄景春, 等. 烟田斜纹夜蛾侧沟茧蜂(膜翅目: 茧蜂科)研究[J]. 武夷科学, 2002, 18(1): 312.
- [16] LI Shunji, HUANG Juping, CHANG Yangyang, et al. Development of *Microplitis similis* (Hymenoptera: Braconidae) on two candidate host species, *Spodoptera litura* and *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Florida Entomologist, 2015, 98(2): 736-741.
- [17] LYLE G T. On three new species of Indian Braconidae [J]. Bulletin of Entomological Research, 1921, 12(2): 129-132.
- [18] 李倩, 程云霞, 罗礼智, 等. 绿眼赛茧蜂生物学特性及其对草地螟的控害作用[J]. 中国生物防治学报, 2017, 33(6): 803-810.
- [19] 屈振刚, 王金耀, 祝丽英. 管侧沟茧蜂的寄生对甜菜夜蛾幼虫取食和发育的影响[J]. 华北农学报, 2005(2): 93-96.
- [20] 路子云, 马爱红, 冉红凡, 等. 中红侧沟茧蜂寄生对粘虫幼虫取食及生长发育的影响[J]. 应用昆虫学报, 2016, 53(5): 982-987.
- [21] 郭林芳, 孟玲, 李保平. 斑痣悬茧蜂寄生对甜菜夜蛾幼虫行为的影响[J]. 南京农业大学学报, 2010, 33(5): 71-74.
- [22] DUODU Y A. Effects of parasitism by *Apanteles sagax* (Hym. Braconidae) on growth, food consumption and food utilization in *Sylepta derogata* larvae (Lep. Pyralidae) [J]. Entomophaga, 1984, 29(1): 63-71.
- [23] 蒋杰贤, 王奎武, 蒋祝瑞. 斜纹夜蛾侧沟茧蜂生态学特性及寄生对寄主发育和取食的影响[J]. 上海交通大学学报, 2003, 21(2): 125-130.
- [24] 马千里, 王勇庆, 谭煜婷, 等. 3种拟除虫菊酯类农药对草地贪夜蛾的毒力测定及田间应用效果评价[J/OL]. 环境昆虫学报: 1-10. (2019-07-02). <http://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1640.q.20190628.1653.002.html>.

(责任编辑: 田 喆)