

草地贪夜蛾在云南冬季甜玉米上的生物学习性及为害状观察

太红坤¹, 郭井菲², 张峰³, 王根权¹, 安智燕⁴,
张婷⁵, 苏华亮⁶, 许君林⁷, 杨立秋⁸, 王振营^{2*}

(1. 云南省德宏州植保植检站, 芒市 678400; 2. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193;
3. 农业农村部-CABI 生物安全联合实验室, 北京 100193; 4. 云南省德宏州芒市植保植检站, 芒市 678400;
5. 云南省德宏州瑞丽市植保植检站, 瑞丽 678600; 6. 云南省德宏州陇川县植保植检站, 陇川 678700;
7. 云南省德宏州盈江县植保植检站, 盈江 679300; 8. 云南省德宏州梁河县植保植检站, 梁河 679200)

摘要 田间调查表明, 2019 年 1 月草地贪夜蛾入侵云南省后, 在德宏州 4 县市冬季甜玉米上均有发生为害, 世代重叠严重。5 月份以前主要为害冬季甜玉米, 平均被害株率和百株虫量分别为 4.55% 和 5.72 头。成虫喜产卵于玉米心叶上部正面, 1~6 龄幼虫可取食为害玉米的生长点、叶片、雄穗和果穗。其中 1~3 龄幼虫具有聚集为害习性和趋嫩性, 常取食幼嫩的心叶叶肉, 4~6 龄幼虫常啃食叶片和雄穗, 咬断生长点, 在心叶期和抽雄期形成典型被害状。心叶期和抽雄期玉米被害株率较高, 且抽雄期被害株率显著高于苗期和灌浆期。

关键词 草地贪夜蛾; 冬季甜玉米; 生物学习性; 为害

中图分类号: S 435.132 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2019349

Biological characteristics and damage symptom of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* on winter sown sweet corn in Yunnan province

TAI Hongkun¹, GUO Jingfei², ZHANG Feng³, WANG Genquan¹, AN Zhiyan⁴,
ZHANG Ting⁵, SU Hualiang⁶, XU Junlin⁷, YANG Liqiu⁸, WANG Zhenying²

(1. Plant Protection and Quarantine Station, Dehong Prefecture, Yunnan Province, Mangshi 678400, China;
2. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;
3. MARA-CABI Joint Laboratory for Bio-safety, Beijing 100193, China, 4. Mangshi Plant Protection and Quarantine Station, Dehong Prefecture, Yunnan Province, Mangshi 678400, China; 5. Ruili Plant Protection and Quarantine Station, Dehong Prefecture, Yunnan Province, Ruili 678600, China; 6. Longchuan Plant Protection and Quarantine Station, Dehong Prefecture, Yunnan Province, Longchuan 678700, China; 7. Yingjiang Plant Protection and Quarantine Station, Dehong Prefecture, Yunnan Province, Yingjiang 679300, China;
8. Lianghe Plant Protection and Quarantine Station, Dehong Prefecture, Yunnan Province, Lianghe 679200, China)

Abstract Field surveys showed that the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) occurred on winter sown sweet corn in four counties/cities of Dehong prefecture with overlapped generations since it had been reported to invade Yunnan province in January of 2019. *S. frugiperda* mainly damaged winter sown sweet corn before May. The percentage of damaged corn plants was 4.55 %, and the number of larvae per 100 plants was 5.72 individuals, respectively. The female moths prefer the lateral side of corn leaves in the upper part of plant to lay their eggs. *S. frugiperda* has six larval instars, feeding different parts of the corn plants, such as growing point, leaf, tassel and ear. Young larvae (1st-3rd instar) tend to crowd and attack the mesophyll of the young whorls. Older larvae (4th-6th instar) feed on leaves, tassel and cut the growing point, causing the typical symptoms at whorl and

收稿日期: 2019-07-09 修订日期: 2019-07-16

基金项目: 中国农业科学院草地贪夜蛾联合攻关重大科技任务(Y2019YJ06); 德宏州第四批创新人才资助项目(德创人 2015-4-2)

* 通信作者 E-mail: zywang@ippcaas.cn

tasseling stage. Damage percentages of whorl and tasseling stage were higher than those of seedling and filling stage, and the damage percentage of tasseling stage was significantly higher than those of seedling and filling stage.

Key words *Spodoptera frugiperda*; winter sown sweet corn; biological characteristics; damage

草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) 也称秋黏虫, 隶属于鳞翅目 Lepidoptera, 夜蛾科 Noctuidae, 灰翅夜蛾属 *Spodoptera*, 是原产于美洲热带和亚热带地区的一种杂食性害虫^[1]。幼虫能取食玉米、甘蔗、高粱和谷子等 76 科 353 种植物^[2]; 成虫可随贸易和季风进行远距离传播^[3-5], 最远达 1 600 km^[6]。草地贪夜蛾具有适应性广^[7]、繁殖力高^[5]、迁飞能力强等特点, 是一种难以防控的害虫。目前广泛分布于美洲大陆^[7]、非洲大部分国家及亚洲部分国家^[8]。到 2017 年 9 月, 撒哈拉以南的 28 个非洲国家遭到草地贪夜蛾入侵^[9-10]。2018 年 5 月, 草地贪夜蛾侵入亚洲印度卡纳塔克邦, 12 月扩散至印度的泰米尔纳德邦、泰兰加纳、安得拉邦、西孟加拉邦, 以及缅甸和泰国^[11-12]。2019 年 1 月 11 日, 草地贪夜蛾入侵我国云南省普洱市江城縣。1 月 14 日, 芒市、瑞丽市、陇川县、盈江县的冬季甜玉米上均发现疑似草地贪夜蛾幼虫, 经形态学及分子鉴定, 确定这 4 县(市) 样本均为草地贪夜蛾。

德宏州位于云南省西部, 紧靠北回归线附近, 属南亚热带季风气候, 全年均可种植玉米。随着冬季农业的深入开发, 冬季甜玉米已成为该州主要的小春作物之一。2018 年全州共种植冬季甜玉米 0.967 万 hm², 产量 15.08 万 t, 产值达 3.73 亿元。草地贪夜蛾的入侵为害对该州冬季甜玉米产业造成严重威胁。据报道, 草地贪夜蛾可造成玉米减产 20%~72%^[10, 14-16], 非洲 12 个国家年减产 830 万到 2 060 万 t, 经济损失 24.8 亿到 61.9 亿美元^[9]。截至 2019 年 3 月, 德宏州全州草地贪夜蛾累计发生面积达 0.27 万 hm² 次, 对当地冬季甜玉米的生产造成了很大的影响。为了掌握草地贪夜蛾在德宏州冬季甜玉米上的发生为害情况, 在全州冬季玉米主栽区开展了田间系统调查, 明确其在甜玉米上的为害状和生物学特性, 为有效防控草地贪夜蛾提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 草地贪夜蛾为害调查

2019 年 3 月, 对全州 3 县 2 市 13 个坝区乡镇 31 个村连片(>0.67 hm²) 种植的冬季甜玉米田进

行了系统调查。调查区玉米于 2018 年 11 月陆续播种, 主要采用起墒 4 行条播, 墒宽 1.6 m, 墒高 0.2~0.25 m, 沟宽 0.3 m, 距墒面两侧 0.15 m 处各栽 1 株, 墒面中间栽 2 株, 墒内行距 0.4 m, 株距 0.35 m, 每 667 m² 株数 4 500~6 400 株。每个乡镇随机抽取 2~3 个村, 每村随机抽取 3 块玉米田, 采用五点取样法, 每点调查 20 株玉米, 查看草地贪夜蛾在冬季甜玉米上的为害部位、为害状及草地贪夜蛾幼虫数量和龄期。

1.2 数据统计分析

采用 SPSS 中邓肯氏新复极差法对试验数据进行统计分析, 计算玉米的被害株率。

被害株率 = 被害株数 / 调查株数 × 100%。

2 结果与分析

2.1 草地贪夜蛾在冬季甜玉米上的生物学习性

田间调查表明, 草地贪夜蛾在冬季甜玉米上世代重叠严重。成虫(图 1i~j) 白天潜藏在玉米叶背面、心叶中或杂草丛中, 夜晚进行求偶交尾活动, 喜产卵于叶片上, 大部分产于上部叶片正面(图 1a), 少数产于叶背面。幼虫孵化后向周边扩散, 喜吐丝随风转移到周边和附近植株为害, 1~3 龄幼虫(图 1b~d) 有集聚、趋嫩的特性, 常在玉米心叶中为害, 取食玉米生长点、心叶和果穗端部, 在单株玉米上集聚多达 30 头。4~6 龄幼虫(图 1e~g) 食量逐渐增大, 6 龄幼虫进入暴食期, 为害最重。随虫龄增加, 4~6 龄幼虫常分散为害, 虫龄越高分散度越高, 一般在生长点、心叶丛和果穗部位, 每株玉米上多数只能发现 1 头老熟幼虫。室内饲养发现, 高龄幼虫自相残杀现象严重。老熟幼虫大多数在土里化蛹, 少数能在玉米植株上化蛹。

田间调查发现草地贪夜蛾在冬季甜玉米的整个生育期和植株的各个部位均有发生为害(图 2)。玉米生育前期主要取食叶片(图 2a~b)、生长点(图 2c) 和正抽雄的雄穗(图 2d~e), 心叶期和抽雄期为害状典型, 扬花期的雄穗上未发现幼虫。后期则转移取食果穗顶部或从果穗侧面咬穿苞叶蛀食幼嫩穗轴和籽粒(图 2f), 极少钻蛀玉米茎秆。



a: 卵; b: 1龄幼虫; c: 2龄幼虫; d: 3龄幼虫; e: 4龄幼虫; f: 5龄幼虫; g: 6龄幼虫; h: 蛹; i: 雌成虫; j: 雄成虫
a: Egg; b: First instar larva; c: Second instar larva; d: Third instar larva; e: Fourth instar larva; f: Fifth instar larva; g: Sixth instar larva; h: Pupa; i: Female moth; j: Male moth

图 1 草地贪夜蛾各虫态及特征

Fig. 1 Developmental stages and morphological characteristics of *Spodoptera frugiperda*

2.2 草地贪夜蛾在冬季甜玉米上的发生为害

田间调查表明,德宏州 4 县(市)11 个乡镇 24 村有草地贪夜蛾发生为害,平均被害株率 4.55%,最高达 11.00%;平均百株虫量为 5.72 头,最高 14.33 头(表 1)。苗期、心叶期、抽雄期和灌浆期的玉米被害株率不同,分别为 2.93%、5.12%、7.67% 和 2.33%,存在显著差异($F=3.339$, $P=0.034<$



a: 苗期叶片; b: 喇叭口期叶片; c: 生长点; d-e: 雄穗; f: 果穗
a: Leaves of seedling stage; b: Leaves of whorl stage; c: Growing point; d-e: Tassel; f: Ear

图 2 草地贪夜蛾对田间甜玉米的为害状

Fig. 2 Field symptom on sweet corn damaged by *Spodoptera frugiperda*

0.05),心叶期和抽雄期玉米被害株率较高,其中,抽雄期玉米被害株率显著高于苗期和灌浆期。草地贪夜蛾对灌浆期玉米的为害相对较低。玉米不同生育期的百株虫量不同,苗期、心叶期、抽雄期和灌浆期百株虫量分别为 4.70、6.52、8.17 和 2.42 头,但不同时期百株虫量差异不显著($F=1.713$, $P=0.188>0.05$)(图 3)。

表 1 草地贪夜蛾在德宏州冬季甜玉米田的发生为害情况

Table 1 Occurrence and damage of *Spodoptera frugiperda* in winter sown sweet corn field in Dehong prefecture

调查地点 Survey site	东经 East longitude	北纬 North latitude	海拔/m Altitude	玉米生育期 Growth stage of maize	平均被害株率/% Plant damaged rate	百株虫量/头 No. of larvae per 100 plants
芒市遮放镇户弄村 Hunong village, Zhefang town of Mangshi city	98°14'53"	24°15'30"	795	心叶期	4.67±1.20	14.33±5.36
芒市遮放镇弄坎村 Nongkan village, Zhefang town of Mangshi city	98°06'10"	24°10'11"	791	苗期	3.33±1.20	8.33±3.53
芒市遮放镇弄喜村 Nongsi village, Zhefang town of Mangshi city	98°14'49"	24°13'40"	816	抽雄期	5.33±1.20	10.00±3.53
芒市芒市镇大湾村 Dawan village, Mangshi town of Mangshi city	98°36'2"	24°28'40"	945	苗期	6.33±0.88	12.33±2.33

续表 1 Table 1(Continued)

调查地点 Survey site	东经 East longitude	北纬 North latitude	海拔/m Altitude	玉米生育期 Growth stage of maize	平均被害株率/% Plant damaged rate	百株虫量/头 No. of larvae per 100 plants
芒市芒市镇拉怀村 Lahuai village, Mangshi town of Mangshi city	98°34′59″	24°28′26″	914	心叶期	7.33±2.73	9.67±3.84
芒市芒市镇芒核村 Manghe village, Mangshi town of Mangshi city	98°33′14″	24°25′43″	889	抽雄期	10.33±1.20	7.33±2.96
芒市风平镇芒波村 Mangbo village, Fengping town of Mangshi city	98°30′21″	24°23′40″	869	灌浆期	2.33±0.33	2.33±0.33
芒市风平镇腊掌村 Lazhang village, Fengping town of Mangshi city	98°33′30″	24°22′37″	868	灌浆期	2.00±0.58	1.67±0.33
芒市风平镇团结村 Tuanjie village, Fengping town of Mangshi city	98°33′13″	24°27′29″	883	灌浆期	2.67±0.67	2.00±0.58
瑞丽市勐卯镇姐东村 Jiedong village, Mengmao town of Ruili city	97°49′12″	23°58′34″	768	心叶期	10.33±1.20	10.67±1.86
瑞丽市勐卯镇芒令村 Mangling village, Mengmao town of Ruili city	97°57′17″	24°03′23″	770	苗期	5.67±1.33	7.67±1.86
瑞丽市姐相乡贺腮村 Hesai village, Jiexiang town of Ruili city	97°44′26″	23°54′59″	755	心叶期	8.33±0.33	11.00±0.58
瑞丽市姐相乡暖波村 Nuanbo village, Jiexiang town of Ruili city	97°44′55″	23°55′41″	754	苗期	5.67±0.88	7.33±1.45
瑞丽市姐相乡顺哈村 Shunha village, Jiexiang town of Ruili city	97°46′43″	23°56′38″	763	心叶期	7.67±0.88	8.00±1.00
瑞丽市弄岛镇等秀村 Dengxiu village, Nongdao town of Ruili city	97°40′57″	23°53′01″	750	苗期	4.00±1.00	5.67±2.03
瑞丽市畹町镇索阳村 Suoyang village, Wanding town of Ruili city	97°59′33″	24°02′37″	791	抽雄期	8.67±1.20	7.67±0.67
瑞丽市户育乡户育村 Huyu village, Huyu town of Ruili city	97°43′50″	23°57′05″	782	心叶期	3.67±0.67	3.67±1.45
瑞丽市勐秀镇勐典村 Mengdian village, Mengxiu town of Ruili city	97°46′35″	24°07′48″	1 006	苗期	0.00±0.00	0.00±0.00
瑞丽市勐秀镇勐秀村 Mengxiu village, Mengxiu town of Ruili city	97°46′49″	24°07′58″	1 437	心叶期	0.00±0.00	0.00±0.00
陇川县章凤镇户弄村 Hunong village, Zhangfeng town of Longchuan county	97°49′30″	24°12′03″	945	抽雄期	11.00±1.16	9.67±2.33
陇川县章凤镇迭撒村 Diesa village, Zhangfeng town of Longchuan county	97°44′39″	24°11′11″	937	心叶期	7.00±1.00	7.00±0.58
陇川县章凤镇贡贯村 Nongguan village, Zhangfeng town of Longchuan county	97°48′52″	24°15′06″	942	灌浆期	2.33±0.33	3.67±1.45
盈江县平原镇新莲村 Xinlian village, Pingyuan town of Yingjiang county	97°54′45″	24°44′25″	843	抽雄期	10.67±0.88	12.00±2.52
盈江县平原镇勐町村 Mengding village, Pingyuan town of Yingjiang county	97°57′07″	24°41′58″	835	心叶期	7.33±1.45	7.33±0.88
盈江县平原镇永胜村 Yongsheng village, Pingyuan town of Yingjiang county	97°55′48″	24°42′19″	815	苗期	3.67±1.20	5.00±1.73
盈江县弄璋镇南缓村 Nanhuan village, Nongzhang town of Yingjiang county	97°55′10″	24°37′21″	818	苗期	0.67±0.33	0.67±0.33
盈江县弄璋镇莫恒村 Moheng village, Nongzhang town of Yingjiang county	97°54′11″	24°38′45″	821	心叶期	0.00±0.00	0.00±0.00
盈江县弄璋镇南永村 Nanyong village, Nongzhang town of Yingjiang county	97°52′02″	24°36′07″	816	苗期	0.00±0.00	0.00±0.00
梁河县芒东镇罗岗村 Luogang village, Mangdong town of Lianghe county	98°10′05″	24°37′10″	1 026	心叶期	0.00±0.00	0.00±0.00
梁河县芒东镇邦别村 Bangbie village, Mangdong town of Lianghe county	98°12′10″	24°38′27″	1 091	苗期	0.00±0.00	0.00±0.00
梁河县芒东镇芒东村 Mangdong village, Mangdong town of Lianghe county	98°13′25″	24°39′23″	1 058	抽雄期	0.00±0.00	0.00±0.00

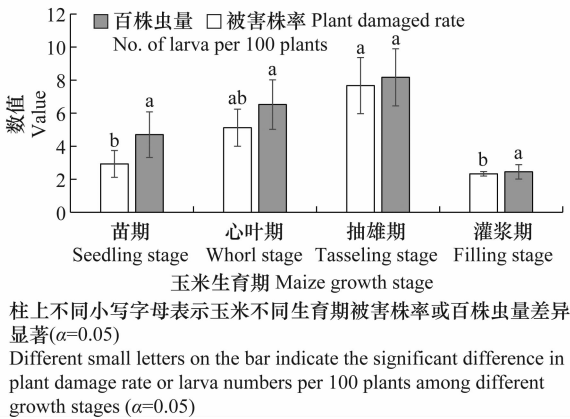


图 3 草地贪夜蛾在冬季甜玉米不同生育期的为害比较
Fig. 3 Comparison of damage caused by *Spodoptera frugiperda* at different developmental stages of winter sown sweet corn

3 结论与讨论

2019 年 1 月 14 日正式确认草地贪夜蛾从缅甸传入云南德宏州,该州种植冬季甜玉米的 4 县(市)均有发生分布,田间世代重叠严重,同一块田 1~6 龄幼虫同时存在。从苗期到灌浆期均有发生为害,心叶期和抽雄期为害严重,被害状典型。各生育期平均被害株率 4.55%,百株虫量 5.72 头。

冬季鲜食玉米产业是德宏州小春作物中的成熟产业,其销售渠道广,经济效益好,种植周期短,深受农民喜爱。但当地病虫害发生严重,特别是棉铃虫、斜纹夜蛾等的为害对玉米品质及商品价值影响较大。今年刚入侵的害虫草地贪夜蛾对该州冬季甜玉米为害明显重于棉铃虫和斜纹夜蛾。在田间调查到的幼虫中,草地贪夜蛾幼虫占了绝大多数,如果任其发展,有可能对甜玉米生产造成巨大经济损失。但到目前为止,草地贪夜蛾对该州冬季玉米的为害普遍较轻,未发现大面积成灾的现象,尚未造成严重的经济损失,这主要得益于冬季甜玉米经济效益好,农民防控意识强,积极性高,防治及时。特别是对冬季甜玉米灌浆穗期的监测防治很及时,因此果穗被害率较低,仅为 2.33%,但心叶期和抽雄期的被害率较高,这可能与农民的喷药方式有关。田间观察及对农民访谈得知,农民喷施农药时,主要喷施到果穗上,喷头停留在果穗部位的时间较长,其他部位喷施较少,停留时间较短。所以,全面监测、适时防控是防治草地贪夜蛾的关键,也是玉米丰产和农民丰收的重要保障。

参考文献

[1] 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.

[2] MONTEZANO D G, SPECHT A, SOSA-GÓMEZ D R, et al. Host plants of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Americas [J]. African Entomology, 2018, 26(2): 286 - 301.

[3] 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.

[4] WESTBROOK J, NAGOSHI R, MEAGHER R, et al. Modeling seasonal migration of fall armyworm moths [J]. International Journal of Biometeorology, 2016, 60(2): 255 - 267.

[5] JOHNSON S J. Migration and the life history strategy of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in the Western Hemisphere [J]. International Journal of Tropical Insect Science, 1987, 8(4/5/6): 543 - 549.

[6] ROSE A, SILVERSIDES R, LINDQUIST O. Migration flight by an aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Hemiptera: Aphididae), and a noctuid, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. The Canadian Entomologist, 1975, 107(6): 567 - 576.

[7] SPARKS A N. A review of the biology of the fall armyworm [J]. Florida Entomologist, 1979, 62(2): 82 - 87.

[8] NAKWEYA G. Global actions needed to combat fall armyworm [EB/OL]. (2018 - 9 - 28) [2018 - 10 - 6]. <https://www.scidev.net/sub-saharan-africa/farming/news/global-actions-combat-fall-armyworm.html>.

[9] ABRAHAMS P, BATEMAN M, BEALE T, et al. Fall armyworm: Impacts and implications for Africa. Evidence note (2), September 2017. Report to DFID [R]. Wallingford, UK: CAB International, 2017.

[10] EARLY 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>.

[11] JAYASHREE B. Fall armyworm spreads to five states in India [EB/OL]. (2018 - 10 - 9) [2018 - 10 - 5]. <https://economictimes.indiatimes.com/markets/commodities/news/fall-armyworm-spreads-to-five-states-in-india/articleshow/66128598.cms>.

[12] 粮农组织(FAO): 秋粘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]. <http://news.un.org/zh/story/2018/08/1015522>.

[13] 姜玉英, 刘杰, 朱晓明. 草地贪夜蛾侵入我国的发生动态和未来趋势分析 [J]. 中国植保导刊, 2019, 39(2): 33 - 35.

[14] WYCKHUYS K A G, O'NEIL 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] MURÚA G, MOLINA-CHOA 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] LIMA M S, SILVA P S L, OLIVEIRA O F, et al. Corn yield response to weed and fall armyworm controls [J]. Planta Daninha, 2010, 28(1): 103 - 111.