

冀中南地区二点委夜蛾主害代幼虫 田间消长与暴发为害规律*

王玉强^{1,2**} 王永芳¹ 陈立涛³ 杨长青⁴ 刘磊¹
李秀芹⁵ 姚树然⁶ 董志平¹ 马继芳^{1***}

(1. 河北省农林科学院谷子研究所/国家谷子改良中心, 河北省杂粮重点实验室, 石家庄 050035;

2. 邢台市植物保护检疫站, 邢台 054000; 3. 河北省馆陶县植保植检站, 馆陶 057750;

4. 河北省南大港植保站, 南大港 061103; 5. 河北省植保植检站, 石家庄 050011;

6. 河北省气象局, 石家庄 050022)

摘要 【目的】二点委夜蛾 *Athetis lepigone* (Möschler) 主害代幼虫在麦秸下隐蔽危害玉米幼苗, 早期难以发现。本文研究其在田间的消长动态和暴发危害规律。【方法】2014–2016 年间, 在河北省中南部进行广泛监测, 选择在二点委夜蛾的重灾区开展调查。从玉米播种后进行系统监测, 一旦发现有幼虫的田块, 每天进行调查, 其中在邯郸的馆陶县和沧州的南大港得到了完整数据。【结果】玉米田二点委夜蛾主害代幼虫消长规律呈现 Peal-Reed 曲线, 具体表现为在田间发现幼虫后, 虫量迅速增加, 维持高水平后开始化蛹, 而后开始迅速下降。玉米苗被害株率随时间呈现 S 曲线, 玉米苗出现被危害后, 被害株率迅速增加, 4 d 后被害株率达到最高值, 然后趋于稳定。【结论】本研究证实了二点委夜蛾属于生态型气候性害虫, 具有暴发性强、危害迅速的特点, 其结果为二点委夜蛾科学防治提供了理论依据。

关键词 二点委夜蛾, 系统调查, 危害规律, Peal-Reed 模型

Population dynamics of larvae of the moth *Athetis lepigone* and crop damage caused by this pest in central and southern Hebei province

WANG Yu-Qiang^{1,2**} WANG Yong-Fang¹ CHEN Li-Tao³ YANG Chang-Qing⁴
LIU Lei¹ LI Xiu-Qin⁵ YAO Shu-Ran⁶ DONG Zhi-Ping¹ MA Ji-Fang^{1***}

(1. National Foxtail Millet Improvement Center, Institute of Milled Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Minor Cereal Crops Laboratory of Hebei Province, Shijiazhuang 050035, China; 2. Plant Protection and Quarantine Station of Xingtai City, Xingtai 054000, China; 3. Plant Protection and Quarantine Station of Guantao County, Guantao 057750, China; 4. Plant Protection Station of Nandagang District, Nandagang 061103, China; 5. Plant Protection and Quarantine Station of Hebei Province, Shijiazhuang 050011, China; 6. Hebei Province Meteorological Bureau, Shijiazhuang 050022, China)

Abstract [Objectives] Larvae of *Athetis lepigone* (Möschler) damage maize seedlings when these are under wheat straw making this damage difficult to detect at an early stage. This study aims to clarify the relationship between the population dynamics of these larvae and crop damage caused by them. [Methods] Extensive monitoring was conducted in central and southern Hebei Province between 2014 and 2016. Study plots were situated where *A. lepigone* damage was serious and monitoring began after corn sowing. Plots were investigated daily once larvae were found and complete datasets were obtained in Guantao county and Nandagang district. [Results] Population growth and crop damage approximated the Peal-Reed curve. Larvae increased rapidly in abundance after they were first detected, but declined rapidly after they began to pupate. The proportion of damaged plants also increased rapidly after damage was first detected and approximated an “S”-shaped curve

*资助项目 Supported projects: 国家粮食丰产工程项目 (2017YFD0300906)

**第一作者 First author, E-mail: wangyuqiang0202@163.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: zhibaoshi001@163.com

收稿日期 Received: 2017-05-11, 接受日期 Accepted: 2017-12-23

over time. The peak proportion of damaged plants was recorded in only 4 days. **[Conclusion]** Under particular ecological and climatic conditions *A. lepigone* has the capacity for explosive population growth and can rapidly damage a high proportion of maize crops. This study provides a theoretical basis for the scientific control of *A. lepigone*.

Key words *Athetis lepigone*, system monitoring, damage law, Peal-Reed model.

二点委夜蛾 *Athetis lepigone* (Möschler 1860), 属鳞翅目 (Lepidoptera), 夜蛾科 (Noctuidae), 委夜蛾属 (*Athetis*), 广泛分布于亚欧大陆, 是我国黄淮海地区夏玉米上的重要害虫, 2005 年河北省首次发现二点委夜蛾危害夏玉米, 随后发生面积不断扩大, 危害程度日益严重 (姜京宇和席建英, 2006; 董志平等, 2007; 姜京宇等, 2008)。该虫在黄淮海地区一年发生 4 代, 其中第 2 代幼虫为主害代危害玉米苗 (李智慧等, 2013), 其为害呈现虫量大、危害速度快, 局部性暴发、防治难度大等特点 (张小龙等, 2011), 田间一旦发生危害, 将对玉米造成严重损失 (姜京宇等, 2011; 马继芳等, 2012)。明确二点委夜蛾主害代幼虫田间消长和暴发危害规律对准确防控至关重要。但是, 由于该虫在麦秸下隐蔽, 个体小, 低龄幼虫 (1-2 龄) 很难发现, 往往在田间造成大量死苗后才易于发现, 危害早期虫量与危害过程一直未见报道。为澄清该问题, 在 2014-2016 年间, 在河北省中南部通过各地市县植保站进行广泛监测, 在二点委夜蛾虫量大的重灾区重点布置专项试验, 从玉米播种后进行系统监测, 一旦发现有幼虫的田块, 每天进行调查, 其中在邯郸的馆陶县和沧州的南大港得到了完整数据, 现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 田间调查

2014 年以来, 在河北省中南部地选择地块平整、肥力良好, 小麦玉米一年两熟, 小麦机收后散落麦秸较多, 有利于二点委夜蛾发生的田块 (姜京宇等, 2011), 玉米播种后开始进行全面普查, 发现二点委夜蛾幼虫的田块, 每天进行系统调查虫量和危害率。

馆陶县西宝村, 发现二点委夜蛾幼虫后采用

定田不定点的方法进行幼虫数量调查。每天调查玉米苗周围二点委夜蛾幼虫虫量, 即百株虫量, 设 3 次重复; 同时, 选择麦秸较多的地方, 顺垄固定 100 株, 每天调查被害株率, 并保持原有生态, 重复 3 次, 直至被害率不再增加。该地块于 2014 年 6 月 5 日收获小麦, 小麦每 667 m² 产 650 kg, 6 月 12 日玉米播种并灌水造墒, 品种为登海 605。

南大港管理区一分区西庄大队四节地, 发现二点委夜蛾幼虫后随即采用定田不定点的方法, 每天调查 1 m² 虫量, 设 3 次重复; 同时, 选择麦秸较多的地方, 顺垄固定 50 株, 每天调查被害株率, 不破坏原有生态, 重复 5 次, 直至被害率不再增加, 且田间二点委夜蛾主害代幼虫基本消失。该地块于 2016 年 6 月 7 日收获小麦, 6 月 10 日凑雨播种玉米, 品种为郑单 958。

1.2 数据分析

使用 DPS v7.05 软件中对调查数据进行统计分析, 并利用该软件数学模型功能中一元非线性回归模型进行方程拟合, 得到 R 值及 P 值, 分析拟合效果, 利用 Excel 软件制作曲线图。

2 结果与分析

2.1 馆陶县二点委夜蛾发生危害情况

馆陶县调查地块于 6 月 24 日田间发现 3 龄幼虫, 26 日发现危害玉米幼苗, 至 6 月 30 日危害盛期, 日最高温度均低于 36℃, 相对湿度高于 40%。具体结果见表 1。

从表 1 可以看出, 2014 年 6 月 24 日在该田块发现二点委夜蛾 3 龄幼虫, 当时百株虫量为 5.00 头, 随后虫量迅速增加。将幼虫数量与时间之间的变化拟合得到指数方程, 馆陶县 2014 年幼虫数量与时间的回归方程为 $y=13.2109e^{(0.1842x)}$ ($R^2=0.8610$), $P=0.001$, 说明该方程真实有效。

表 1 馆陶县二点委夜蛾发生危害动态调查表

Table 1 The dynamic investigation on the occurrence and harm of *Athetis lepigone* in Guantao

调查时间 (月-日) Survey time (month-day)	百株虫量 (头) Number of larvae per 100 plants	被害株率 Percentage of damaged plants (%)	最高气温 Maximum temperature ()	平均湿度 Average humidity (%)
6-24	5.00	0.00	31.8	69
6-25	7.67	0.00	27.8	83
6-26	13.33	2.33	32.7	65
6-27	22.00	5.67	32.7	73
6-28	45.00	13.33	35.8	62
6-29	50.67	19.33	32.8	57
6-30	58.67	35.00	31.8	72
7-1	62.67	35.67	-	-
7-2	69.00	36.67	-	-
7-3	73.33	37.00	-	-

从表 1 还可以看出, 2014 年 6 月 26 日在该田块出现二点委夜蛾幼虫为害玉米幼苗, 被害株率为 2.33%, 当时田间的百株虫量为 13.33 头, 之后被害株率迅速增加, 截止到 6 月 30 日被害株率趋于稳定, 达到 35% 以上, 被害株率迅速增加的时间只有 4 d。被害株率与时间之间符合 S 形曲线, 如图 1 所示, 曲线方程为 $y=38.01/(1+684.56e^{-1.16x})(R^2=0.9858)$, $P=0.001$ 。

2.2 南大港二点委夜蛾发生危害情况

南大港调查地块于 2016 年 6 月 21 日田间发现二点委夜蛾的 3 龄幼虫, 6 月 23 日发现开始危害玉米幼苗, 在危害盛期 6 月 25-27 日出现连续 3 d 日最高气温分别高达 39.7、36.4、36.5

平均湿度分别为 31%、31% 和 41%, 导致田间麦秸干燥, 二点委夜蛾难以取食田间干硬的麦秸和麦粒等, 更趋向危害玉米幼苗来补充水分和营养, 也便于躲避高温, 使田间玉米被害率更高, 达到 87%, 具体结果见表 2。

从表 2 可以看出, 2016 年 6 月 21 日在南大港田间发现二点委夜蛾 3 龄幼虫, 这时每平米只有 0.67 头幼虫, 随后虫量迅速增加, 与馆陶县 2014 年发生趋势相似, 但发生期早 3 d。将幼虫数量与时间之间的变化拟合得到 Peal-Reed 模型, 见图 2。南大港 2016 年二点委夜蛾幼虫数量与发生时间的回归方程为 $y=276.0906/(1+210.9632e^{-(1.3105x-0.128094x^2+0.003395x^3)})(R^2=0.99533)$, $P=0.0001$, 说明该方程真实有效。在幼虫数量

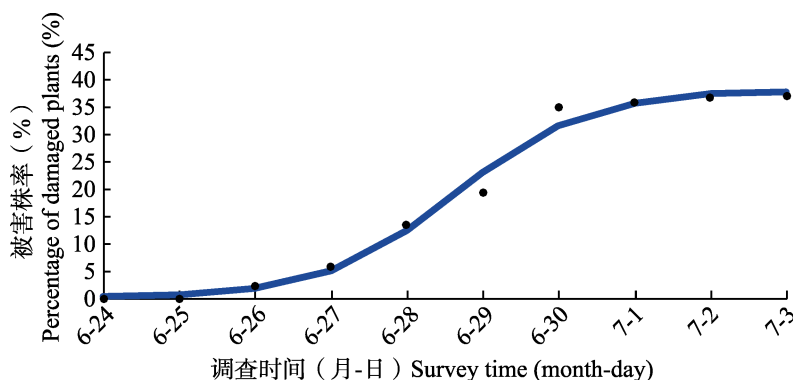


图 1 2014 年馆陶县田间二点委夜蛾危害玉米动态变化

Fig. 1 The dynamic changes of the ratio of damaged plant in Guantao, 2014

表 2 南大港二点委夜蛾发生危害动态调查表 (南大港, 2016)
Table 2 The dynamic investigation on the occurrence and harm of the moth in Nandagang

调查时间 (月-日) Survey time (month-day)	1 m ² 虫量 (头) Number of larvae per square meter	被害株率 Percentage of damaged plants (%)	最高气温 Maximum temperature ()	平均湿度 Average humidity (%)
6-21	0.67	0	34.4	70
6-22	6.33	0	36.0	62
6-23	17.00	2.40	25.8	74
6-24	32.00	9.60	35.2	50
6-25	56.67	22.00	39.7	31
6-26	60.33	60.00	36.4	31
6-27	57.67	84.00	36.5	41
6-28	57.33	84.00	26.7	73
6-29	44.67	84.40	33.3	76
6-30	45.00	84.80	30.3	82
7-1	32.00	85.60	-	-
7-2	26.67	86.00	-	-
7-3	22.67	86.00	-	-
7-4	20.67	86.80	-	-
7-5	19.00	86.80	-	-
7-6	13.33	87.20	-	-
7-7	9.67	87.20	-	-
7-8	8.67	87.20	-	-
7-9	10.00	87.20	-	-
7-10	5.00	87.20	-	-

上升阶段, 幼虫数量与发生时间的成指数上升, 回归方程为 $y=2.1997e^{0.653x}$ ($R^2=0.9988$), $P=0.0005$ 。说明南大港田间二点委夜蛾幼虫上升呈加速上升的趋势, 与馆陶县幼虫数量和发生时间

的关系相似。在幼虫数量下降阶段, 幼虫密度与时间呈指数下降, 回归方程为 $y=68.1184e^{-0.177762x}$ ($R^2=0.9819$), $P=0.0001$, 说明二点委夜蛾幼虫数量下降迅速。

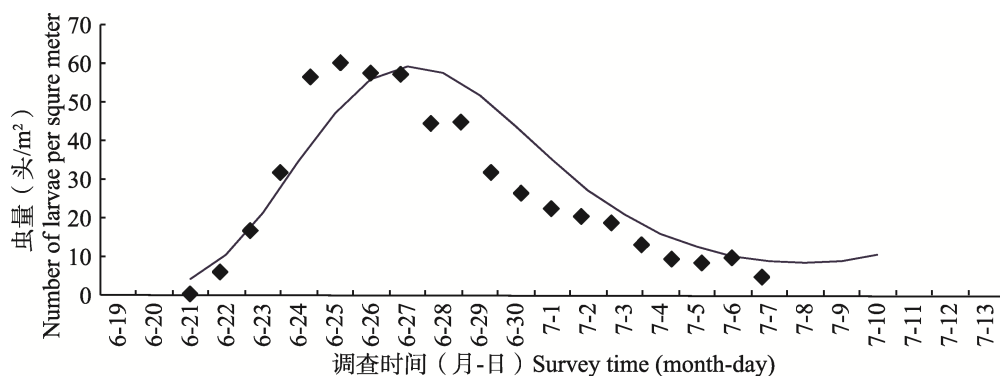


图 2 2016 年南大港二点委夜蛾幼虫田间消长变化

Fig. 2 The dynamic changes of the growth and abortion of *Athetis lepigone* in Nandagang, 2016

从表 2 还可以看出, 2016 年 6 月 23 日在该田块出现二点委夜蛾幼虫为害玉米幼苗, 被害株率为 2.4%, 当时田间 1 m^2 的虫量为 17.00 头, 之后被害株率迅速增加, 截止到 6 月 27 日被害株率趋于稳定, 达到 84% 以上, 被害株率迅速增加的时间为 4 d, 与馆陶调查结果相一致。被害株率与时间之间符合 S 形曲线, 如图 3 所示, 曲线方程为 $y=86.1226/(1+6.4013e^{-1.8140x})$ ($R^2=0.9944$), $P=0.0001$ 。

3 讨论

(1) 研究证实二点委夜蛾属于生态型气候性害虫。为了澄清二点委夜蛾主害代幼虫田间消长和暴发危害规律, 本研究选取小麦产量高、秸秆还田量大, 适合二点委夜蛾一代成虫集聚的田间生态环境进行调查 (董立等, 2014), 结果在馆陶和南大港两地得到了理想的数据。馆陶县在幼虫危害盛期未出现日最高气温高于 36°C 、平均湿度低于 40% 的高温干旱天气, 危害率为 35%, 而南大港幼虫危害盛期出现连续 3 d 高于 36°C 的高温天气, 连续 2 d 日平均气温低于 40% 的干旱天气, 使田间麦秸和麦粒干硬, 腐熟程度低, 二点委夜蛾难以取食, 致使二点委夜蛾爬行寻找玉米幼苗钻蛀并取食, 补充体内水分和营养, 也便于躲避高温伤害, 更加重了对玉米幼苗的危害, 为害率达到 87%。说明二点委夜蛾发生既需要合适的田间生态, 也需要适宜的气象条件。该分析结果与二点委夜蛾的预报影响因子研究结

果相一致 (陈立涛等, 2014; 李秀芹等, 2015)。

(2) 澄清了二点委夜蛾幼虫和危害的田间消长规律。尽管二点委夜蛾在 2005 年就被发现危害玉米幼苗, 但是直至 2011 年该虫在黄淮海地区大暴发才被广泛认识 (姜玉英, 2012)。基于该虫危害隐蔽性强, 发生田块随机性强, 危害速度快等特点, 早期很难发现, 按照通常 3 d 进行系统调查一次的方法, 也难以澄清其田间危害规律。作者为了明确二点委夜蛾的田间发生危害规律, 依据多年的研究经验, 从 2014 年开始, 在小麦产量高、秸秆还田量大的地块作为重点, 从玉米播种开始, 依托河北省中南部各市县植保站进行广泛调查监测, 发现幼虫的地块每天进行调查, 获得了第一手材料。传统的种群增长模型包括两大类, 即不连续的增长和连续的增长, 而连续的增长模型可根据其生长环境分为无限环境和有限环境的增长模型, 常用的模型包括指数函数、S 曲线、逻辑斯蒂模型等 (彩万志等, 2001)。该研究选用的模型为 Peal-Reed 曲线, 主要原因是所研究的对象为第 2 代二点委夜蛾的幼虫阶段, 由于幼虫在 1-3 龄期虫体较小, 调查时难以发现, 致使在田间调查时虫口数量呈现迅速上升, 达到最大虫量后又迅速下降的特点。从南大港调查数据显示, 玉米田二点委夜蛾幼虫消长规律呈现 Peal-Reed 曲线, 也就是说在田间发现幼虫后, 田间虫量迅速增加, 然后, 虫量维持高水平后开始化蛹, 幼虫数量开始下降并呈现指数曲线。玉米苗被害株率随时间呈现 S 曲线, 首次出

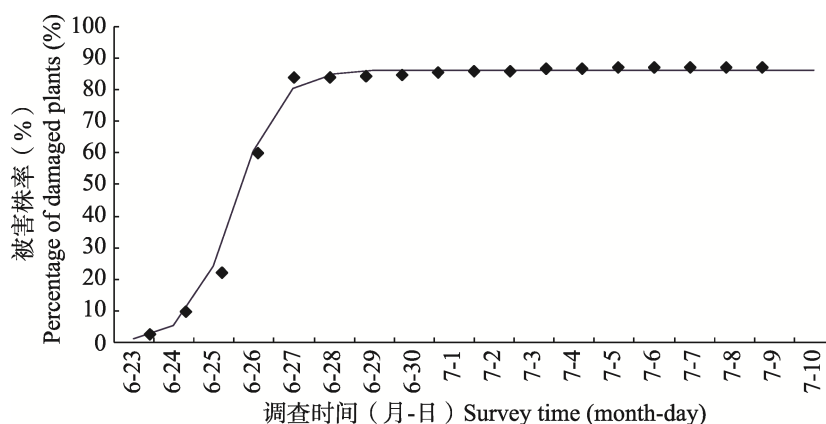


图 3 2016 年南大港田间二点委夜蛾危害玉米动态变化

Fig. 3 The dynamic changes of the damage of *Athetis lepigone* in Nandagang, 2016

现玉米苗被害后,被害株率迅速增加,4 d 后钻蛀玉米苗达到最高危害率,造成大面积的缺苗断垄,随后进行咬断次生根,被害株率趋于稳定。进一步证实了二点委夜蛾是暴发性极强、危害迅速的新害虫。

(3) 为二点委夜蛾科学防治提供了理论依据。长期以来,农民习惯于见虫治虫、见病治病。对于二点委夜蛾来说,由于其在麦秸下隐蔽,发现玉米苗枯死后,扒开麦秸才能发现幼虫,这时采取措施往往延误最佳时期,造成防治偏晚而效果不佳。本研究进一步证明了抓住关键时期是防治二点委夜蛾的关键之一。田间从发现玉米被害后 4 d 就达到了危害高峰,造成严重缺苗断垄,也就是发现被害的当天危害率在 2% 就需要防治,1 d 后危害率就提高到 5.67%-9.60%,2 d 后危害率为 13.30%-22.00%,3 d 后危害率达到 19.33%-60.00%,4 d 后达到 35.00%-84.00%,为最高为害率。为此,尽早发现害虫危害并立即采取措施进行防治至关重要。据报道小麦收获或玉米播种并灌水造墒后 10-12 d,田间便可见到幼虫(张全力等,2014),因此,从第 10 天开始调查田间幼虫,密切监测田间幼虫动态就能及时发现危害,便于适时防治,且与二点委夜蛾防治指标相一致,即小麦收获或玉米播种后 10 d 开始,沿麦秸覆盖玉米行进行调查,若百株虫量达到 6 头、危害率达到 3%,应该立即开始防治。由此可见,主害代幼虫防治时间紧、难度大、效果也难以保证,基于该虫属于生态型害虫,在小麦收获和玉米播种期间,采取农业生态调控或成虫防治措施是非常必要的。

参考文献 (References)

- Cai WZ, Pang XF, Hua BZ, Liang GW, Song DL, 2001. General Entomology (Textbooks Series for 21st Century). Beijing: China Agricultural University Press. 438-445. [彩万志, 庞雄飞, 华保祯, 梁广文, 宋敦伦, 2001. 普通昆虫学(面向 21 世纪课程教材). 北京: 中国农业大学出版社. 438-445.]
- Chen LT, Jiang JY, Hao YT, Ma JY, Zhang DP, Zhang L, Wang MJ, Yao SR, Dong ZP, 2014. The effects of meteorology and ecology on occurrence of *Athetis lepigone*. *China Plant Protection*, 34(7): 35-41. [陈立涛, 姜京宇, 郝延堂, 马建英, 张大鹏, 张龙, 王梅娟, 姚树然, 董志平, 2014. 气象、生态因素对二点委夜蛾发生为害的影响. 中国植保导刊, 34(7): 35-41.]
- Dong ZP, Gan YJ, Dong L, Ma JF, Jiang JY, Xu YH, Chai TH, Li ZH, Zhang ZY, An LY, 2007. Report on the investigation and research on the harm of *Athetis lepigone* to summer maize in Hebei province. *Journal of Modern Rural Technology*, (9): 19-20. [董志平, 甘耀进, 董立, 马继芳, 姜京宇, 许佑辉, 柴同海, 李智慧, 张志英, 安立云, 2007. 二点委夜蛾在河北为害夏玉米的调查研究简报. 现代农村科技, (9): 19-20.]
- Dong L, Li YQ, Ma JF, Li LT, Dong ZP, 2014. The sources of the main pestilent generation of *Athetis lepigone*, and analysis of its outbreak mechanism. *China Plant Protection*, 34(8): 26-29. [董立, 李彦青, 马继芳, 李立涛, 董志平, 2014. 二点委夜蛾主害代危害夏玉米主要虫源及暴发机制分析. 中国植保导刊, 34(8): 26-29.]
- Jiang JY, Xi JY, 2006. The new developments of crop diseases and pests in Hebei Province in 2015. *China Plant Protection*, 26(7): 45-47. [姜京宇, 席建英, 2006. 河北省 2005 年农作物病虫害新动态概述. 中国植保导刊, 26(7): 45-47.]
- Jiang JY, Li XQ, Xu YH, Li ZH, Zhang ZY, Xu H, 2008. Preliminary report on the research of *Athetis lepigone*. *Plant Protection*, 34(3): 123-126. [姜京宇, 李秀芹, 许佑辉, 李智慧, 张志英, 许昊, 2008. 二点委夜蛾研究初报. 植物保护, 34(3): 123-126.]
- Jiang JY, Li XQ, Liu L, Wang P, Hao YT, Xu H, Ma JF, Chai TH, Xu YH, Liang JH, 2011. Preliminary report on the occurrence of *Athetis lepigone* in Hebei province. *Plant Protection*, 37(5): 213-214. [姜京宇, 李秀芹, 刘莉, 王鹏, 郝延堂, 许昊, 马继芳, 柴同海, 许佑辉, 梁建英, 2011. 河北省玉米田二点委夜蛾发生危害初报. 植物保护, 37(5): 213-214.]
- Jiang YY, 2012. Overview about the occurrence of *Athetis lepigone* in 2011, and causes analysis in China. *China Plant Protection*, 32(10): 34-37. [姜玉英, 2012. 2011 年全国二点委夜蛾暴发概况及其原因分析. 中国植保导刊, 32(10): 34-37.]
- Li ZH, Zhang ZY, Cao S, Chen Z, Dong C, Zhou F, Zhang XL, Zhang Y, Chen LT, Jiang JY, Li XQ, 2013. Preliminary report on the generation of *Athetis lepigone*. *Plant Protection*, 39(1): 148-150. [李智慧, 张志英, 曹烁, 陈哲, 董超, 周芳, 张小龙, 张燕, 陈立涛, 姜京宇, 李秀芹, 2013. 二点委夜蛾发生世代研究初报. 植物保护, 39(1): 148-150.]
- Li XQ, Liu L, Cui Y, Cao S, Yao SR, Xu H, Chen XQ, Wang YQ, Chen Z, Li BJ, Gao BH, Jiang JY, 2015. Study on the factors affecting the predicting the occurrence of *Athetis lepigone*. *China Plant Protection*, 35(7): 57-60. [李秀芹, 刘莉, 崔彦, 曹烁, 姚树然, 许昊, 陈秀双, 王玉强, 陈哲, 李保俊, 高炳华, 姜京宇, 董志平, 2015. 二点委夜蛾的预报影响因子指标研究. 中国植保导刊, 35(7): 57-60.]
- Ma JF, Li LT, Wang XY, Gan YJ, Dong ZP, 2012. Study on the morphological characteristics and habits of *Athetis lepigone* and the yield loss of maize. *China Plant Protection*, 32(5): 16-19. [马继芳, 李立涛, 王新玉, 甘耀进, 董志平, 2012. 二点委夜蛾幼虫的形态特征、生活习性及其为害损失研究. 中国植保导刊, 32(5): 16-19.]
- Zhang XL, Zhang YG, Li HQ, Liu L, Dong ZP, 2011. Study on occurrence regularity and control techniques of *Athetis lepigone*. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 15(12): 1-4. [张小龙, 张艳刚, 李虎群, 刘莉, 董志平, 2011. 二点委夜蛾发生为害特点发生规律及防治技术研究. 河北农业科学, 15(12): 1-4.]
- Zhang QL, Chen Z, Zhang QL, Wang LC, Zhang Y, Li ZH, Hao YT, Jiang JY, Dong ZP, 2014. Systematic investigation on the occurrence and harmfulness of *Athetis lepigone* at different stages in maize field. *China Plant Protection*, 34(7): 42-45. [张全力, 陈哲, 张秋兰, 王丽川, 张燕, 李智慧, 郝延堂, 姜京宇, 董志平, 2014. 玉米田二点委夜蛾不同虫态发生与危害系统调查. 中国植保导刊, 34(7): 42-45.]