

夏玉米苗期二点委夜蛾防治指标

李丽莉¹ 李静雯¹ 门兴元¹ 陈浩¹ 王振营^{2*} 于毅^{1*}

(1. 山东省农业科学院植物保护研究所, 山东省植物病毒学重点实验室, 济南 250100;

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: 为有效防治夏玉米苗期二点委夜蛾的为害, 通过人工接虫方法研究了其幼虫虫口密度(x)与玉米缺苗率(y)的关系, 采用人工去苗模拟为害方法研究了玉米缺苗率(y)与产量损失(z)的关系, 并提出了夏玉米苗期二点委夜蛾的防治指标。结果显示, 虫口密度为1、3头/株时, 无缺苗现象, 虫口密度为5、10、20和30头/株时, 缺苗率分别为19.4%、22.8%、44.4%和49.6%。玉米缺苗率随着虫口密度增大而升高, 二者呈显著二次线性相关: $y = -0.0609x^2 + 3.636x - 4.5306$, R^2 为0.9564; 玉米缺苗率对单株穗重、穗长、穗粗和秃尖长等均无显著影响; 玉米缺苗率(y)与产量损失(z)也呈二次线性相关: $z = 0.0036y^2 + 0.3077y - 0.3553$, R^2 为0.9691。根据防治的直接收益和成本, 提出夏玉米苗期二点委夜蛾幼虫的防治指标为3头/株, 此时玉米缺苗率为6%~7%。

关键词: 二点委夜蛾; 产量损失; 缺苗率; 防治指标

Economic threshold of *Athetis lepigone* at seedling stage of summer maize

Li Lili¹ Li Jingwen¹ Men Xingyuan¹ Chen Hao¹ Wang Zhenying^{2*} Yu Yi^{1*}

(1. Key Laboratory for Plant Virology of Shandong, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, Shandong Province, China; 2. State Key Laboratory for the Biology of the Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: In order to effectively control the damage of *Athetis lepigone* on summer maize, the relationship between *A. lepigone* larval density (x) and seedling missing rate (y) was evaluated by artificial inoculation method, and the relationship between maize seedling missing rate (y) and yield loss rate (z) was studied by pulling off maize seedlings to simulate the damage of *A. lepigone* larvae. The results showed that no maize seedling missing was observed at 1 and 3 larvae per plant, and seedling missing rates were 19.4%, 22.8%, 44.4% and 49.6% at 5, 10, 20 and 30 larvae per plant, respectively. The maize seedling missing rate increased with the density of *A. lepigone* larvae, which fitted with quadratic equation $y = -0.0609x^2 + 3.636x - 4.5306$ ($R^2 = 0.9564$). Ear weight per plant, ear length, ear diameter and ear tip-barrenness were not significantly affected by the maize seedling missing rate. The relationship between maize seedling missing rate (y) and yield loss rate (z) was well simulated as follows $z = 0.0036y^2 + 0.3077y - 0.3553$ ($R^2 = 0.9691$). Based on the direct benefit and control cost, the economic threshold for controlling *A. lepigone* larvae were 3 larvae per plant or 6%~7% seedling missing rate.

Key words: *Athetis lepigone*; yield loss; seedling missing rate; economic threshold

二点委夜蛾 *Athetis lepigone* (Möschler) 属鳞翅目夜蛾科委夜蛾属,是我国耕作制度变革后新出现的重要害虫(王振营等,2012;王静等,2014a),其幼虫喜隐蔽、潮湿环境,常隐于夏玉米田的麦秆和麦糠中,取食玉米茎基部或根部,造成植株枯萎或倒伏(姜京宇等,2008)。2005—2007年,二点委夜蛾在河北、山东的部分县区发生严重(姜京宇等,2008),2011年在黄淮海玉米区全面暴发,受害面积达220万 hm^2 ,造成了巨大的经济损失(王振营等,2012),2012年在山东省17个地市的玉米种植区普遍发生(王静等,2014a)。二点委夜蛾的发生不仅严重影响玉米产量,而且影响到玉米精量播种技术的推广(王振营等,2012)。

鉴于近几年二点委夜蛾的严重为害,国内学者在二点委夜蛾的生物学习性(曹美琳等,2012;Li et al.,2013)、形态特征(马继芳等,2011;江幸福等,2011)、不同地理种群的遗传结构(朱彦彬等,2012;王静等,2014b)、测报和防治技术(姜玉英等,2011;张海剑等,2012;李哲等,2014)及田间分布特点(陈浩等,2015)等方面进行了大量研究,这些研究为二点委夜蛾的防治提供了理论基础。由于有害生物的防治需要衡量投入和产出的效益比,因此确定害虫为害的经济允许水平,制定防治指标是科学防治的依据,对害虫测报、田间用药及保护环境都具有指导意义。

关于其它昆虫防治指标的研究较多,张桂芬等(1989)在玉米大喇叭口期采用人工接螨及田间人工模拟为害的方法研究了截形叶螨 *Tetranychus truncatus* (Ehara) 和朱砂叶螨 *Tetranychus cinnabarinus* (Biosduval) 在玉米田的防治指标,提出了以单株螨数及枯叶率表示的防治指标;文丽萍等(1992)采用田间人工接卵的方法确定了亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 在感、抗玉米品种心叶期和穗期的防治指标,提出了根据各代着卵量确定经济阈值的观点。但目前还未有关于二点委夜蛾防治指标的报道,极大地影响了此害虫的有效防控,经常出现防治不及时或过量使用农药的现象,造成了经济损失、环境污染等问题。

因此,本研究模拟田间二点委夜蛾为害环境,通过人工接虫方法研究了幼虫虫口密度与玉米缺苗率的关系,并采用人工去苗模拟二点委夜蛾为害,研究了玉米缺苗率与产量损失的关系,在此基础上提出了二点委夜蛾在夏玉米苗期的防治指标,以期对二点委夜蛾的有效防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试虫源:二点委夜蛾为山东省农业科学院植物保护研究所室内连续饲养6代的品系。饲养条件为温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、RH(60 ± 10)%、光周期 14.5 L:9.5 D。选取饥饿 12 h 的 3 龄末幼虫备用。

供试植物:玉米品种为农大 108,购于集市;小麦品种为济麦 22,采集于山东省农业科学院作物研究所试验地。

药剂:10% 吡虫啉(imidacloprid)可湿性粉剂,浙江天一农化有限公司;25 g/L 高效氯氟氰菊酯(lambda-cyhalothrin)乳油,河北省农药化工有限公司;3% 辛硫磷(phoxim)颗粒剂,山东省淄博市周村穗丰农药化工有限公司。

1.2 方法

1.2.1 二点委夜蛾虫口密度与玉米苗期缺苗率的关系

试验在山东省农业科学院植物保护研究所试验地进行,将供试玉米于2014年6月5日种植于直径0.21 m、高0.23 m的花盆中,选取三叶期健康玉米苗备用,每盆保留1株,选取3龄末幼虫进行人工接虫,设1、3、5、10、20和30头/株共6个处理,设不接虫作对照,各处理花盆随机摆放。接虫后,用直径0.19 m、高0.32 m的塑料透明圆筒罩在花盆内,顶部用40目纱网封闭,将约7 cm小麦秸秆段混合麦糠浸泡后覆盖在花盆土壤表面模拟田间环境。每处理9~18株玉米,重复3次。每天调查玉米受害情况,连续调查10 d至老熟幼虫期,统计总的玉米缺苗率、叶片残缺率。缺苗率=缺苗玉米株数/试验玉米株数 $\times 100\%$;叶片残缺率=叶片残缺玉米株数/试验玉米株数 $\times 100\%$ 。二点委夜蛾幼虫为害玉米苗能造成叶片残缺和玉米苗整株萎蔫等症状,将叶片被完全吃光或玉米苗整株萎蔫记为缺苗。

1.2.2 玉米苗期缺苗率与产量损失的关系

试验在商河县玉皇庙镇西甄家村玉米田进行,2014年6月17号播种玉米,播种面积为0.2 hm^2 ,行距0.60 m,株距0.25 m,根据害虫发生及时喷药以避免其它病虫害引起的损失,苗期喷施吡虫啉+高效氯氟氰菊酯1次,撒施辛硫磷颗粒剂1次,小喇叭口期喷施吡虫啉+高效氯氟氰菊酯1次。用人工去苗的方法模拟玉米缺苗症状(宋协松等,1989;王华弟等,2007),设去苗1、2、3、4、5、6、7、8、9、10株共10个处理,设不去苗作对照,每个小区为1个处理,每小区面积为3.0 m $\times$ 4.0 m,各小区间隔2 m,随机

排列,各小区中心 18 株玉米为去苗区,于三叶期随机人工去苗,挂牌标记,每处理重复 6 次。9 月 25 日按照 1.2.1 的结果在供试玉米田选择缺苗率相同的小区进行取样,测量单株穗重、鲜重、穗长、穗直径、秃尖长等,计算产量损失百分率。产量损失百分率=(对照区玉米产量-处理区玉米产量)/对照区玉米产量×100%

1.2.3 玉米苗期二点委夜蛾的防治指标

根据 Stern et al. (1959) 提出的防治费用、防治效果等因素及收益大于支出的原则得到经济允许损失率的公式: $L = C \times F / (Y \times P \times E) \times 100\%$,式中 L 为经济允许损失率, C 为防治费用, F 为经济系数, Y 为单位面积玉米产量, P 为玉米平均价格, E 为防治效果。根据柴同海等 (2012) 研究结果,设 $E = 95.03\%$,经济系数 $F = 2$ 。将 L 值代入缺苗率与产量损失率回归方程, L 值相当于 z 值,得出缺苗率,再将缺苗率代入虫口密度与缺苗率回归方程中,得出二点委夜蛾虫口密度(玉米苗周边 0.1 m 直径范围内的虫口密度),即防治指标。

1.3 数据分析

所有数据采用 SPSS 16.0 进行统计分析,采用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验,为害百

分率及玉米产量的构成因素经反正弦转换后进行回归分析。

2 结果与分析

2.1 二点委夜蛾虫口密度与玉米苗期缺苗率的关系

二点委夜蛾虫口密度为 1 头/株时,未出现为害株;虫口密度为 3 头/株时,无缺苗株,叶片残缺率为 42.1%;虫口密度为 5 头/株时,开始出现缺苗现象,缺苗率为 19.4%,叶片残缺率为 38.9%;虫口密度为 10 头/株时,缺苗率为 22.8%,叶片残缺率为 49.0%,开始出现吃光叶片的现象;虫口密度为 20 头/株时,玉米缺苗率与叶片残缺率均增加,缺苗率为 44.4%,叶片残缺率为 52.3%,完整植株率显著少于 0、1、3、5、10 头/株的处理;虫口密度为 30 头/株时,缺苗率达到 49.6%,显著高于 0、1、3、5、10 头/株的处理,叶片残缺率为 43.3%,与 3、5、10、20 头/株的处理间无显著差异,吃光叶片的比例显著高于其它处理,为 20.7%。结果显示,玉米缺苗率随着虫口密度的增大而增大,虫口密度与玉米缺苗率的关系式为 $y = -0.0609x^2 + 3.636x - 4.5306$ ($R^2 = 0.9564, P = 0.004$,表 1)。

表 1 不同虫口密度下二点委夜蛾幼虫对玉米苗的为害情况

Table 1 Damage situation of maize seedlings caused by <i>Athetis lepigone</i> larvae at different densities					%
虫口密度(头/株) Population density (larvae/plant)	完整植株率 No damage	叶片残缺率 Notched leaf	吃光叶片率 Eating up	整株萎蔫率 Wilting	缺苗率 Seedling missing rate
0	100.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 d
1	100.0 ± 0.0 a	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 d
3	57.9 ± 14.7 b	42.1 ± 14.7 a	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 b	0.0 ± 0.0 d
5	41.7 ± 12.7 b	38.9 ± 7.3 a	0.0 ± 0.0 b	19.4 ± 7.3 a	19.4 ± 7.4 c
10	28.2 ± 5.4 b	49.0 ± 1.0 a	1.9 ± 1.9 b	20.9 ± 5.3 a	22.8 ± 5.9 bc
20	2.8 ± 2.8 c	52.3 ± 13.8 a	3.0 ± 3.0 b	41.4 ± 13.7 a	44.4 ± 6.1 ab
30	7.0 ± 3.5 c	43.3 ± 11.7 a	20.7 ± 9.6 a	28.9 ± 13.6 a	49.6 ± 13.8 a

表中数据为平均数±标准误。同列不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著。Data in the table are mean ± SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's new multiple range test.

2.2 玉米苗期缺苗率与产量损失的关系

不同缺苗率对玉米单株穗重、穗长、穗粗、秃尖长及双穗率均无显著影响,二点委夜蛾虫口密度为 5~30 头/株时,单株穗重在 260.7~306.0 g 之间,穗长在 19.1~20.4 cm 之间,各处理间无显著差异。虫口密度为 1、3 头/株时,缺苗率、产量损失均与对照相同;虫口密度为 5 头/株时,产量损失为

10.1%,显著低于 20、30 头/株的处理;虫口密度为 10、20、30 头/株时,产量损失分别为 21.3%、36.5% 和 42.2%,三者间均无显著差异,但均显著高于其它处理。玉米产量损失随玉米缺苗率的增大而增大,玉米缺苗率与产量损失率的关系式为 $z = 0.0036y^2 + 0.3077y - 0.3553$ ($R^2 = 0.9691, P = 0.027$,表 2)。

表 2 二点委夜蛾对玉米产量的影响

Table 2 The influence of *Athetis lepigone* larvae on maize yield

虫口密度 (头/株) Population density (larvae/ plant)	缺苗率 Seedling missing rate (%)	产量损失 Yield loss (%)	单株穗重 Ear weight per plant (g)	穗长 Ear length (cm)	秃尖 Ear tip- barrenness (cm)	穗粗 Ear diameter (cm)	双穗率 Double ears rate (%)
0	0.0±0.0 c	0.0±0.0 b	255.6±13.8 a	18.9±0.5 a	1.9±0.3 a	5.0±0.1 a	0.0±0.0 a
1	0.0±0.0 c	0.0±0.0 b	255.6±13.8 a	18.9±0.5 a	1.9±0.3 a	5.0±0.1 a	0.0±0.0 a
3	0.0±0.0 c	0.0±0.0 b	255.6±13.8 a	18.9±0.5 a	1.9±0.3 a	5.0±0.1 a	0.0±0.0 a
5	19.4±7.4 bc	10.1±7.9 b	285.5±5.7 a	19.8±0.2 a	1.8±0.5 a	4.9±0.1 a	3.3±3.3 a
10	22.8±5.9 bc	21.3±6.6 ab	260.7±12.5 a	19.1±0.6 a	2.6±0.2 a	4.8±0.1 a	10.4±7.5 a
20	44.4±6.1 ab	36.5±4.1 a	295.2±14.7 a	20.1±1.1 a	2.0±0.3 a	4.9±0.1 a	10.8±5.8 a
30	49.6±13.8 a	42.2±11.0 a	306.0±22.9 a	20.4±0.8 a	2.5±0.3 a	5.0±0.2 a	11.1±11.1 a

表中数据为平均数±标准误。同列不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著。Data in the table are mean ± SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan’s new multiple range test.

2.3 玉米苗期二点委夜蛾的防治指标

根据防治效果 $E = 95.03\%$ ，折合防治成本 $C = 12$ 元，经济系数 $F = 2$ ，玉米平均每公顷单产 $Y = 9\,000$ kg，2014 年玉米平均价格 $P = 2.5$ 元/kg，得出经济允许损失率 $L = 1.6837$ ，则玉米缺苗率 $y = 6.2$ ，单株玉米二点委夜蛾数量 $x = 3.1$ ，即二点委夜蛾防治指标为 3 头/株，此时玉米缺苗率为 6% ~ 7%。

3 讨论

制定科学合理的防治指标是害虫田间防治的基础，本试验模拟了二点委夜蛾幼虫的适生环境，研究了不同密度的二点委夜蛾幼虫对玉米苗的为害情况。结果显示，在花盆笼罩的情况下，二点委夜蛾幼虫可以吃光玉米叶片或在玉米茎基部钻蛀为害，玉米缺苗率随虫口密度的增加而增加。当虫口密度为 3 头/株时，玉米叶片开始出现缺刻，但是由于玉米苗自身的补偿能力，对产量无影响，与马继芳等 (2012) 的研究结论一致；虫口密度为 5 头/株时，玉米苗开始出现整株萎蔫，随着虫口密度增大，萎蔫株的比例呈先升高后降低的趋势；虫口密度为 20 头/株时，整株萎蔫的比例最高，为 41.4%。同时，叶片被吃光的比例随虫口密度的增加而增加，虫口密度为 10 头/株时，仅有 1.9% 叶片被吃光，虫口密度为 30 头/株时，被吃光比例升至 20.7%，这种现象可能是由于过高的虫口密度促使幼虫争夺食物，加快并加重了对玉米苗的为害。

本研究表明，玉米苗期二点委夜蛾虫口密度与玉米缺苗率、产量损失率呈密切相关性，随着虫口密

度增加，玉米缺苗率上升，产量损失率增大。这与文丽萍等 (1992) 的研究结论相似，随亚洲玉米螟卵量的增加，幼虫为害造成的蛀孔数增加，产量损失也增加。而张桂芬等 (1989) 认为玉米截形叶满和朱砂叶螨的发生还与播期有关，而二点委夜蛾的发生是否与播期有关还有待进一步研究。本研究还发现二点委夜蛾造成的玉米缺苗对玉米的单株穗重、穗长、穗粗、秃尖长及双穗率均无显著影响，而文丽萍等 (1992) 认为玉米雌穗长度随亚洲玉米螟卵量的增加而缩短、百粒重也下降，这种差异可能是由于亚洲玉米螟与二点委夜蛾的为害方式不同所致。

按照防治的直接收益和成本，得出玉米苗周边约 0.1 m 直径范围内二点委夜蛾虫口密度为 3 头/株时为防治阈值，此时玉米缺苗率为 6% ~ 7%。胡英华等 (2013) 研究得出二点委夜蛾的防治指标为每 9 株玉米 0.92 头幼虫，与本研究结果相差较大，这可能与试验条件及计算依据不同。胡英华等 (2013) 选取玉米田间捕获的试虫，幼虫整齐度不一致，试验田开放实施，且切断二点委夜蛾幼虫的其它食物来源及自由活动，这可能会加重二点委夜蛾的为害；而本试验由于用虫量大，模拟田间覆盖麦草间接为二点委夜蛾提供了食物来源，使用花盆限制了幼虫的移动，不存在转株为害 (江幸福等, 2011; 马继芳等, 2012)，减轻了对玉米苗的为害。其次，胡英华等 (2013) 的计算是根据自己调查的防治成本及防治效果进行的，而本试验参考了柴同海等 (2012) 的研究结果，使二点委夜蛾的防治指标更加准确、更有说服力。

本试验是在人工模拟田间环境中进行的,条件可控,并排除了其它食叶害虫及地下害虫的影响,因此本研究结果对田间玉米苗期二点委夜蛾幼虫防控具有一定的参考价值。但是,防治指标并不是一定的,会因作物品种、产品价格、防治成本、防治效果及环境条件等不同而变化。由于试验条件的限制,防治指标制定时也可能存在一定误差,因此,本研究得出的玉米苗期二点委夜蛾防治指标也具有一定的局限性,具体数值还需结合实际投入和产出费用以确定是否采取防治措施。

参 考 文 献 (References)

- Cao ML, Tao B, Liu S, Dong JG, He YZ. 2012. Influence of temperature on experimental population of *Athetis lepigone* (Möschler). *Journal of Plant Protection*, 39(6): 531–535 (in Chinese) [曹美琳, 陶晔, 刘顺, 董金皋, 何运转. 2012. 温度对二点委夜蛾实验种群的影响. *植物保护学报*, 39(6): 531–535]
- Chai TH, Mei CB, Zhai H, Huo LQ, Guo LW, Liu KS, Liang JH, Ma JF. 2012. Chemical control methods of *Athetis lepigone*. *Plant Protection*, 38(2): 167–170 (in Chinese) [柴同海, 梅成彬, 翟晖, 霍立强, 郭丽伟, 刘奎胜, 梁建辉, 马继芳. 2012. 二点委夜蛾化学防治方法研究. *植物保护*, 38(2): 167–170]
- Chen H, Men XY, Yu Y, Zhang AS, Wang ZY, Li LL. 2015. Geostatistical analysis on spatial distribution of *Athetis lepigone* (Möschler) larvae and its correlation with damage rate of maize seedlings. *Journal of Plant Protection*, 42(4): 598–603 (in Chinese) [陈浩, 门兴元, 于毅, 张安盛, 王振营, 李丽莉. 2015. 基于地统计学的二点委夜蛾幼虫田间分布及与玉米受害率之间的关系. *植物保护学报*, 42(4): 598–603]
- Hu YH, Zhang HL, Zuo XF. 2013. Loss of maize and economic threshold of damage by *Athetis lepigone*. *Shandong Agricultural Sciences*, 45(8): 117–118 (in Chinese) [胡英华, 张慧玲, 左秀峰. 2013. 二点委夜蛾为害玉米损失及防治指标研究. *山东农业科学*, 45(8): 117–118]
- Jiang JY, Li XQ, Xu YH, Li ZH, Zhang ZY, Xu H. 2008. Preliminary studies on *Athetis (Proxenus) lepigone*. *Plant Protection*, 34(3): 123–126 (in Chinese) [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 XF, Luo LZ, Jiang YY, Zhang YJ, Zhang L, Wang ZY. 2011. Damage characteristics and outbreak causes of *Athetis lepigone* in China. *Plant Protection*, 37(6): 130–133 (in Chinese) [江幸福, 罗礼智, 姜玉英, 张跃进, 张蕾, 王振营. 2011. 二点委夜蛾发生为害特点及暴发原因初探. *植物保护*, 37(6): 130–133]
- Jiang YY, Gong YF, Jiang JY. 2011. Preliminary study on monitoring technology of *Athetis lepigone*. *China Plant Protection*, 31(8): 17–19 (in Chinese) [姜玉英, 龚一飞, 姜京宇. 2011. 二点委夜蛾测报技术初探. *中国植保导刊*, 31(8): 17–19]
- Li LT, Wang YQ, Ma JF, Liu L, Hao YT, Dong C, Gan YJ, Dong ZP, Wang QY. 2013. The effects of temperature on the development of the moth *Athetis lepigone*, and a prediction of field occurrence. *Journal of Insect Science*, 13(103): 1–13
- Li Z, Liu TH, Tao B, Ma Z, He YZ. 2014. Attractiveness of wheat bran and its volatiles to larvae of *Athetis lepigone* (Lepidoptera: Noctuidae). *Acta Entomologica Sinica*, 57(5): 572–580 (in Chinese) [李哲, 刘廷辉, 陶晔, 马卓, 何运转. 2014. 麦麸及其挥发性物质对二点委夜蛾幼虫的引诱作用. *昆虫学报*, 57(5): 572–580]
- Ma JF, Li LT, Wang XY, Gan YJ, Dong ZP. 2012. Morphological characteristics, habit and damage of *Athetis lepigone* larvae. *China Plant Protection*, 32(5): 16–19, 11 (in Chinese) [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、生活习性及为害损失研究. *中国植保导刊*, 32(5): 16–19, 11]
- Ma JF, Li LT, Wang YQ, Dong L, Gan YJ, Dong ZP. 2011. Preliminary observations on the morphological characteristics of *Athetis lepigone*. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(6): 1869–1873 (in Chinese) [马继芳, 李立涛, 王玉强, 董立, 甘耀进, 董志平. 2011. 二点委夜蛾形态特征的初步观察. *应用昆虫学报*, 48(6): 1869–1873]
- Stern VM, Smith RF, van den Bosch R, Hagen KS. 1959. The integration of chemical and biological control of the spotted alfalfa aphid: the integrated control concept. *Hilgardia*, 29(2): 81–101
- Song XS, Dai HB, Song WW, Fan YG, Qi MW, Zhang DC, Qi SL. 1989. Studies on the damages and control thresholds *Holotrichia obliata* Faldermann and *Holotrichia morose* Waterhouse to peanut. *Journal of Plant Protection*, 10(2): 119–123 (in Chinese) [宋协松, 戴海波, 宋文武, 范永贵, 齐孟文, 张德昌, 亓树亮. 1989. 大黑和暗黑蛱蝶危害花生的防治指标研究. *植物保护学报*, 10(2): 119–123]
- Wang HD, Xu ZH, Feng ZQ, Xu FS, Wu YX. 2007. The occurrence, damage and action threshold of Chinese rice grasshopper, *Oxya chinensis*, in rice field. *Journal of Plant Protection*, 34(3): 235–240 (in Chinese) [王华弟, 徐志宏, 冯志全, 徐福寿, 吴玉香. 2007. 稻田中华稻蝗发生动态、危害损失及防治指标. *植物保护学报*, 34(3): 235–240]
- Wang J, Yu Y, Tao YL, Li LL, Chu D. 2014b. Genetic structure of the geographical populations of *Athetis lepigone* in Shandong Province, China. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 25(2): 562–568 (in Chinese) [王静, 于毅, 陶云荔, 李丽莉, 褚栋. 2014b. 山东省二点委夜蛾不同地理种群遗传结构. *应用生态学报*, 25(2): 562–568]
- Wang J, Zhao N, Yu Y, Zhang AS, Men XY, Zhou XH, Zhuang QY, Wang ZY, Shi J, Li LL. 2014a. Preliminary report on the

- occurrence of *Athetis lepigone* in Shandong Province in 2012. *Plant Protection*, 40(1): 173–178 (in Chinese) [王静, 赵楠, 于毅, 张安盛, 门兴元, 周仙红, 庄乾营, 王振营, 石洁, 李丽莉. 2014a. 2012 年山东省二点委夜蛾发生情况调查初报. *植物保护*, 40(1): 173–178]
- Wang ZY, Shi J, Dong JG. 2012. Reason analysis on *Proxenus lepigone* outbreak of summer corn region in the Yellow River, Huai and Hai Rivers Plain and the countermeasures suggested. *Journal of Maize Sciences*, 20(1): 132–134 (in Chinese) [王振营, 石洁, 董金皋. 2012. 2011 年黄淮海夏玉米区二点委夜蛾暴发危害的原因与防治对策. *玉米科学*, 20(1): 132–134]
- Wen LP, Wang ZY, Ye ZH, Wang ZY, He KL, Song YY. 1992. Yield losses and economic threshold of Asia corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Guenée) on corn. *Scientia Agricultura Sinica*, 25(1): 44–49 (in Chinese) [文丽萍, 王振营, 叶志华, 王忠跃, 何康来, 宋彦英. 1992. 亚洲玉米螟对玉米的为害损失估计及经济阈值研究. *中国农业科学*, 25(1): 44–49]
- Zhang GF, Shen XC, Kong J, Wang KR. 1989. Studies on the occurrence and economic threshold of maize spider mite. *Plant Protection*, 15(4): 11–13 (in Chinese) [张桂芬, 申效诚, 孔健, 王克荣. 1989. 玉米叶螨的发生危害与防治指标. *植物保护*, 15(4): 11–13]
- Zhang HJ, Shi J, Guo N, Wang ZY. 2012. Primary study on screening of high virulent strains and biological characteristics of *Beauveria bassiana* against *Athetis lepigone* (Möschler) (Lepidoptera: Noctuidae). *Chinese Journal of Biological Control*, 28(3): 439–443 (in Chinese) [张海剑, 石洁, 郭宁, 王振营. 2012. 二点委夜蛾幼虫高毒力球孢白僵菌菌株筛选与生物学特性初步研究. *中国生物防治学报*, 28(3): 439–443]
- Zhu YB, Ma JF, Dong L, Li LT, Jiang JY, Li ZH, Dong ZP, Dong JG, Wang QY. 2012. Analysis of genetic polymorphism of *Athetis lepigone* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from China based on mtDNA *CO I* gene sequences. *Acta Entomologica Sinica*, 55(4): 457–465 (in Chinese) [朱彦彬, 马继芳, 董立, 李立涛, 姜京宇, 李智慧, 董志平, 董金皋, 王勤英. 2012. 基于线粒体 *CO I* 基因序列的中国二点委夜蛾遗传多态性分析. *昆虫学报*, 55(4): 457–465]

(责任编辑:王璇)