

一点缀螟生物学特性及其在云南德宏玉米田的为害调查

太红坤¹ 白树雄² 韩永连¹ 刘 峙³ 张 峰³ 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. 中国农业科学院植物保护研究所, MoA-CABI生物安全联合实验室, 北京 100193)

摘要: 为明确一点缀螟 *Paralipsa gularis* (Zeller) 在云南省德宏州玉米田的发生情况, 采用五点取样法在连片种植的夏玉米田块对一点缀螟为害情况进行调查, 用随机抽样法研究其在玉米田秸秆和当年仓储的玉米果穗中越冬情况, 并观察其形态特征、生活史及生物学特性。结果表明, 一点缀螟在德宏州每年发生2~3代, 以老熟幼虫在玉米秸秆和果穗中越冬, 其中主要以第2代幼虫进行为害, 玉米果穗平均被害率达24.3%。一点缀螟雌蛾体长及翅展分别为18.7 mm和30.2 mm, 雄蛾分别为13.6 mm和28.2 mm; 雌、雄蛾前翅外缘末端均有6个小黑点, 雌蛾前翅中央有1个黑斑, 雄蛾有2个黑斑; 卵为散产, 椭圆形, 长、宽分别为0.6、0.4 mm; 幼虫初为乳白色, 大龄渐变为灰黑色, 老熟幼虫体长25.9 mm。在室内条件下, 一点缀螟的发育历期为52.5 d, 其中卵期、幼虫期、蛹期、成虫期分别为7.5、26.4、10.0、8.6 d。

关键词: 一点缀螟; 玉米; 为害; 生物学特性

Biological characteristics of the stored nut moth *Paralipsa gularis* (Zeller) and its damage on corn in Dehong Prefecture of Yunnan Province

Tai Hongkun¹ Bai Shuxiong² Han Yonglian¹ Liu Zhi³ Zhang Feng³ Wang Zhenying^{2*}

(1. Plant Protection and Quarantine Station, Dehong Prefecture, Mangshi 678400, Yunnan Province, China; 2. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China; 3. MOA-CABI Joint Laboratory for Bio-safety, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract: In order to clarify the occurrence situation of the stored nut moth *Paralipsa gularis* (Zeller) in Dehong Prefecture of Yunnan Province, its damage on corn and overwintering situation were surveyed in the field. The morphological characters of *P. gularis* were observed, and life cycle and biological characteristics were investigated with continuous rearing in the laboratory. The damage of *P. gularis* on corn was observed in all the surveyed areas of Dehong Prefecture. There were two to three generations one year, and the 2nd generation larvae caused more serious damage with 24.3% of injured corn ears. The average body length and the wingspan of female adults were 18.7 mm and 30.2 mm, respectively; for males, they were 13.6 mm and 28.2 mm, respectively. The adult moths had six small black spots on the outer fringes of forewing, and in the middle part of forewing, one dark spot for female and two for male. The fresh eggs were dispersedly laid in milk white and oval, and averagely 0.6 mm in length and 0.4 mm in width. The larvae were milk white at first, and the later instars change to grey-black gradually; the mature larvae were averagely 25.9 mm in length. The lifecycle of *P. gularis* covered

基金项目: 欧盟援助项目(DCI-FOOD/2011/261-127), 国家现代农业(玉米)产业技术体系(CARS-02), 德宏州第四批创新人才资助项目(德创人2015-4-2)

* 通信作者 (Author for correspondence), E-mail: zywang@ippcaas.cn

收稿日期: 2016-09-16

52.5 d, of which egg, larva, pupa, adult stages were 7.5, 26.4, 10.0, and 8.6 d, respectively, under laboratory conditions.

Key words: *Paralipsa gularis*; corn; damage; biological characteristics

一点缀螟 *Paralipsa gularis* (Zeller) 隶属于螟蛾科缀螟属的一种仓储害虫。该虫起源于东南亚, 后来随食品贸易传播到了北欧和北美, 20 世纪 40 年代在意大利的干果和稻米上被发现 (Trematerra, 1987); 此外, 在亚洲的印度、朝鲜和日本也有分布 (Kageyama et al., 2010; Hong et al., 2012)。国内已报道在吉林、辽宁、河北、河南、山东、江苏、浙江、江苏、江西、四川、福建、贵州和云南等省份均有发生 (王平远, 1980)。

一点缀螟在国际上一直作为仓储害虫来进行研究。该害虫主要以幼虫蛀食为害仓储玉米、小麦、大麦、水稻、大豆、面粉、亚麻、干果等 (Trematerra, 1987), 对生产造成严重影响。已有文献多见于 20 世纪 80 年代, 研究内容主要针对该害虫的分布、为害对象、生物学特性 (Trematerra, 1987)、信息素 (Yasumasa, 1980) 等。Trematerra (1987) 研究比较了不同温度下一点缀螟的生活史和其在仓储中不同寄主上的发育情况。国内关于一点缀螟的研究较少, 主要是通过害虫调查和灯光诱捕对其进行种类鉴定, 了解其在国内的分布情况 (胡海操和敖秋春, 1984; 徐伟等, 1999; 任国栋等, 2007)。而国内外关于一点缀螟对大田作物的为害及相关的生物学研究和防治措施均未见报道。

本课题组在云南省德宏州调查玉米田害虫时发现一种与亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* (Guenée) 幼虫形态明显不同且为害玉米果穗的害虫, 羽化成虫经中国科学院动物研究所武春生研究员鉴定为一点缀螟。该害虫除为害玉米果穗和蛀食籽粒造成直接损失外, 还可诱发玉米穗腐病的发生 (宋立秋等, 2009; 2012)。为进一步明确该害虫在云南省玉米田的分布为害情况, 本研究于 2013 年 8 月, 在德宏州 3 县 2 市 17 个乡镇对一点缀螟的分布和为害情况展开调查, 明确其在云南省德宏州的分布、生物学特性及其在田间的为害情况, 以期为更好地了解该害虫, 制定有效防治措施提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试虫源及玉米: 于 2015 年 8 月, 在云南省德宏

州夏玉米田间调查采集样本, 将有一点缀螟幼虫或蛹的被害玉米果穗放于 35 mm×35 mm×40 mm 养虫箱中, 在 24~28℃、RH 65%~80% 的条件下饲养, 待成虫羽化后, 补给 10% 的蜂蜜水, 得到下一代卵、幼虫、蛹及成虫备用。用于一点缀螟饲养的健康玉米穗购买于德宏州集市。

仪器: SZ3100 连续变倍体视显微镜, 上海中恒仪器有限公司; 苏制 02050123 游标卡尺, 无锡工量具有限公司。

1.2 方法

1.2.1 田间为害调查

2013 年 8 月对德宏州 3 县 2 市 17 个乡镇 22 村连片 (>2 hm²) 种植的夏玉米田进行了系统调查。调查玉米田为平播, 种植密度为 5.25 万株/hm²~6.75 万株/hm², 收获后玉米秸秆大部分抛荒, 翌年 5—6 月翻耕后直接播种玉米。每村随机抽取 3 块玉米田, 共调查 66 块田, 每块田采用五点取样法进行调查, 每点调查 20 株玉米, 查看果穗上是否有一点缀螟为害, 记录其被害株数, 计算为害率。

1.2.2 年生活史及生活习性调查

在德宏州夏玉米种植区, 从 2013 年 6 月玉米苗期开始, 至 2015 年 12 月玉米收获期间, 通过随机抽样对田间不同生育期的玉米及收获后玉米秸秆和果穗进行调查, 查看一点缀螟各发育虫态 (卵、幼虫、蛹和成虫) 的情况, 并记录各虫态发育期时间。调查地点及方法同 1.2.1。

1.2.3 越冬调查

于 2014 年 11 月采用随机抽样法对德宏州芒市勐嘎镇团箐村和盈江县勐弄乡勐典村玉米田秸秆以及当年仓储玉米果穗进行了调查, 查看老熟幼虫的越冬情况, 分别计算其百株虫量和百穗虫量。调查百株虫量时, 每村随机调查 5 块玉米田, 采用五点取样法, 每点调查 20 株; 调查百穗虫量时, 每村随机调查 10 户农民的仓库, 每仓库随机抽取 20 个玉米果穗。

1.2.4 各虫态的大小及发育历期测定

随机选取 30 粒卵以及老熟幼虫、蛹和新羽化的成虫各 30 头, 置于连续变倍体视显微镜下观察, 并用游标卡尺测量、记录其大小。

将一点缀螟初孵幼虫接种到新鲜的玉米果穗上,每果穗接1头幼虫,将卵、蛹、成虫单粒或单头分别置于试管中,用黑布封住试管口。在室温条件下饲养,观察各虫态的发育历期,每天观察并分别记录卵孵化、幼虫化蛹、成虫羽化和成虫死亡时间。重复30次。

1.3 数据分析

试验数据采用SPSS 16.0软件进行统计分析,利用Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 一点缀螟的田间为害及分布

田间调查结果表明,一点缀螟在德宏州3县2市15个乡镇20村均有分布,不同地区的为害程度不同,且差异显著($F=7.297, P<0.0$),平均为害率为24.3%。一点缀螟在芒市勐嘎镇勐嘎村和盈江县勐弄乡大寨村玉米田的为害程度最严重,为害率达62.0%;除未发生地区外,芒市江东乡李子平村为害最轻,为害率为5.0%(表1)。

表1 云南省德宏州一点缀螟田间为害的调查结果
Table 1 Field survey of *Paralipsa gularis* (Zeller) in Dehong Prefecture in Yunnan Province

调查地点 Survey site	东经 East longitude	北纬 North latitude	海拔 Altitude (m)	为害率 Damage rate (%)
芒市勐嘎镇勐嘎村 Mengga Village, Mengga Town of Mang City	98°26'20"	24°15'47"	1 386.9	62.0±13.2 a
盈江县勐弄乡大寨村 Dazhai Village, Mengnong Town of Longchuan County	97°54'18"	24°54'23"	1 773.9	62.0±12.6 a
陇川县户撒乡隆光村 Longguang Village, Husa Town of Longchuan County	97°53'43"	24°28'11"	1 436.9	50.0±7.1 ab
盈江县勐弄乡中寨村 Zhongzhai Village, Mengnong Town of Yingjiang County	97°55'40"	24°54'22"	1 897.8	49.0±7.7 ab
陇川县景罕镇广宋村 Guangsong Village, Jinghan Town of Longchuan County	97°52'41"	24°15'16"	955.3	38.0±10.4 bc
梁河县遮岛镇振兴社区 Zhenxing Community, Zhedao Town of Lianghe County	98°18'36"	24°49'11"	1 064.3	37.0±6.6 bc
盈江县苏典乡苏典村 Sudian Village, Sudian Town of Yingjiang County	97°56'23"	25°06'25"	1 695.5	33.0±9.3 bc
芒市轩岗镇芒棒村 Mangbang Village, Xuangang Town of Mang City	98°23'47"	24°25'05"	866.9	30.0±7.1 bcd
盈江县昔马乡胜利村 Shengli Village, Xima Town of Yingjiang County	97°42'01"	24°45'22"	1 693.0	25.0±7.1 cde
盈江县苏典乡勐戛村 Mengjia Village, Sudian Town of Yingjiang County	97°59'14"	25°09'04"	1 720.5	22.0±5.4 cdef
梁河县河西乡邦读村 Bangdu Village, Hexi Town of Lianghe County	98°17'41"	24°48'36"	1 052.2	22.0±5.4 cdef
盈江县昔马乡保边村 Biaobian Village, Xima Town of Yingjiang County	97°42'10"	24°45'23"	1 693.0	20.0±7.1 cdef
芒市轩岗镇丙茂村 Bingmao Village, Xuangang Town of Mang City	98°25'49"	24°25'44"	924.7	12.0±3.7 cdefg
瑞丽市勐秀乡小街村 Xiaojie Village, Mengxiu Town of Ruili City	97°47'47"	24°04'07"	1 427.5	12.0±3.7 defg
陇川县护国乡幸福村 Xingfu Village, Huguo Town of Longchuan County	98°03'42"	24°33'51"	1 760.2	12.0±5.2 defg
梁河县平山乡平山村 Pingshan Village, Pingshan Town of Lianghe County	98°28'11"	24°50'36"	1 601.8	12.0±5.2 defg
梁河县平山乡上河东村 Shanghedong Village, Pingshan Town of Lianghe County	98°35'77"	24°73'11"	1 601.8	12.0±4.6 defg
瑞丽市户育乡户育村 Huyu Village, Huyu Town of Ruili City	97°43'46"	23°57'12"	792.3	11.0±6.2 defg
盈江县平原镇新莲村 Xinlian Village, Pingyuan Town of Yingjiang County	97°55'56"	24°42'41"	827.0	9.0±3.7 efg
芒市江东乡李子平村 Liziping Village, Dongxiang Town of Mang City	98°23'32"	24°30'46"	1 912.7	5.0±2.7 fg
瑞丽市弄岛镇等秀村 Dengxiu Village, Nongdao Town of Ruili City	97°51'06"	24°00'56"	777.5	0.0±0.0 g
陇川县王子树乡王子树村 Wangzishu Village, Wangzishu Town of Longchuan County	98°06'46"	24°28'19"	1 964.4	0.0±0.0 g

2.2 一点缀螟的年生活史及生活习性

2.2.1 年生活史

一点缀螟的越冬幼虫于翌年5月上旬开始化蛹,至6月中旬结束;越冬代成虫于5月中旬开始羽化,至6月下旬结束;越冬代成虫于5月中下旬开始产卵,至7月上旬结束。第1代幼虫于5月下旬开始孵化,至7月中旬结束,幼虫期可持续到8月中旬;第1代幼虫于6月下旬化蛹,至8月下旬结束;第1代成虫于7月上旬开始羽化,至9月上旬结束,并于7月

上旬开始产卵,至9月中旬结束。第2代幼虫于7月中旬开始孵化,至9月中下旬结束;8月中旬开始化蛹,成虫于8月下旬开始羽化,8月下旬至9月上旬产卵。第3代幼虫于9月上旬开始孵化,至10月下旬结束;第3代老熟幼虫和第2代部分老熟幼虫于10月下旬在玉米秸秆或果穗穗轴中越冬。因此一点缀螟在德宏州年发生2~3代,2代和3代世代重叠,主要以第2代为害严重(表2)。

表2 一点缀螟在德宏州的年生活史
Table 2 Life history of *Paralipsa gularis* (Zeller) in Dehong Prefecture

世代	1~3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Generation	F M L	F M L	F M L	F M L	F M L	F M L	F M L	F M L	F M L	F M L
越冬代	(-)(-)(-)	(-)(-)(-)	(-)(-)(-)							
Overwintering generation			∞ ∞ ∞	∞ ∞						
第1代			+ +	+ + +						
1st generation			• •	• • •	•					
			-	- - -	- - -	- -				
				∞	∞ ∞ ∞	∞ ∞ ∞				
					+ + +	+ + +	+			
第2代					• • •	• • •	• • •			
2nd generation					- -	- - -	- - -	- - -	(-)(-)(-)	(-)(-)(-)
						∞ ∞	∞ ∞ ∞			
						+	+ + +	+		
第3代						•	• • •	• •		
3rd generation							- - -	- - -		
								(-)(-)(-)	(-)(-)(-)	(-)(-)(-)

(-): 越冬代; -: 幼虫; ∞: 蛹; +: 成虫; •: 卵; F、M、L: 每个月的上、中、下旬。(-): Overwintering generation; -: larva; ∞: pupa; +: adult; •: egg; F, M and L indicate the first, second and the last ten-day of a month, respectively.

2.2.2 生活习性

观察德宏州一点缀螟各虫态为害情况,结果显示,低龄幼虫具有趋嫩、集聚的特性,多潜藏在玉米果穗端部取食,逐步向穗中下部转移为害,玉米收获后,才转移到秸秆上蛀食并以老熟幼虫越冬。老熟幼虫喜吐丝结茧于果穗苞叶中化蛹,少数在玉米秸秆中部叶腋背面化蛹。成虫白天潜伏在杂草背面,夜晚进行求偶交尾活动,喜产卵在玉米花丝和苞叶上。在7—8月,田间玉米果穗顶部为害较多,对玉米产量影响较大,严重时1个果穗多达20头幼虫,并诱发穗腐病的发生(图1)。



图1 云南德宏州一点缀螟田间为害状
Fig. 1 The damaging symptoms of *Paralipsa gularis* (Zeller) on corn ears in cornfields of Dehong Prefecture in Yunnan Province
a: 为害玉米果穗穗顶; b: 蛀食玉米籽粒。 a: Feeding on tip of corn ear; b: feeding on corn kernels.

2.3 一点缀螟的越冬虫源调查

调查结果表明,芒市勐嘎镇团箐村和盈江县勐

弄乡勐典村的玉米秸秆和玉米果穗中均发现老熟幼虫越冬,其中百株虫量分别为2.4头和5.8头,百穗虫量分别为2.8头和6.7头。

2.4 一点缀螟的生物学特性观察

2.4.1 形态特征

卵:椭圆形,表面均有网纹。单粒或数粒产在一起,排列不整齐(图2-a)。卵长0.6 mm、宽0.4 mm(表3),初期乳白色,有光泽,渐变为淡黄色。

幼虫:初孵幼虫为乳白色,渐变成灰黑色,老熟幼虫体长25.9 mm(表3),头、尾稍尖成梭形,背中部有1条明显的淡黄色条纹,两侧淡黑色或黑色的亚背线条纹,气门条区为淡黄色(图2-b)。腹部1~8节背面有2排毛瘤,每个毛瘤和气门上均着生着数根刚毛。

蛹:长15.3 mm(表3),长纺锤形,初为黄褐色,渐变为淡黑色(图2-c)。

成虫:头、胸、腹部均为灰色,有黑点鳞片分布在其中。触角为灰色丝状,前足第2节、中足第3节、后足第3、4节均有跗节。雌蛾个体比雄蛾略大,其体长18.7 mm,翅展30.2 mm(表3),前翅狭长形,臀前区中央有1个明显黑点,外缘末端圆弧状,有6个小黑点(图2-d);后翅比前翅宽阔,前缘为淡黄色,其它为灰白色;腹部末端有一丛灰色茸毛,上下形成圆筒状(图2-e)。雄蛾体长13.6 mm,翅展28.2 mm(表4),前翅狭长形,臀前区中央有2个明显的黑点,外缘末端圆弧状,有6个小黑点(图2-f);后翅比前翅宽阔,前缘为淡黄色,其它为灰白色;腹部末端有一丛灰色茸毛,左右形成弹头状(图2-g)。



图2 云南省德宏州一点缀螟各虫态及特征

Fig. 2 Characteristics and different stages of *Paralipsa gularis* (Zeller) in Dehong Prefecture in Yunnan Province
a: 卵; b: 幼虫; c: 蛹; d: 雌虫; e: 雄虫; f: 雌虫腹部; g: 雄虫腹部; 红色圈:雌、雄成虫的典型黑斑位置。 a: Egg; b: larva; c: pupa; d: female moth; e: male moth; f: abdomen of female; g: abdomen of male. The red circle: the typical dark spots of male and female moths.

表3 云南省德宏州一点缀螟各虫体大小
Table 3 Sizes of different stages of *Paralipsa gularis* (Zeller) in Dehong Prefecture in Yunnan Province

虫态 Phase of insect	大小 (mm) 平均值 (mm)	
	Size	Average
卵长 Length of egg	0.7–0.5	0.6±0.0
卵宽 Width of egg	0.4–0.3	0.4±0.0
幼虫体长 Body length of larva	27.9–23.2	25.9±0.2
蛹体长 Body length of pupa	16.1–13.9	15.3±0.1
雌虫体长 Body length of female	19.5–17.4	18.7±0.1
雌虫翅展 Wingspan of female	32.3–27.5	30.2±0.2
雄虫体长 Body length of male	14.6–12.3	13.6±0.1
雄虫翅展 Wingspan of male	30.3–25.5	28.2±0.2

表中数据为平均数±标准误。Data in the table are mean±SE.

2.4.2 一点缀螟各虫态的发育历期

一点缀螟从产卵到卵孵化所需时间最长为10.0 d,最短为5.0 d,平均为7.5 d;幼虫从孵化到化蛹所需时间最长为31.0 d,最短为23.0 d,平均为26.4 d;从化蛹到成虫羽化所需时间最长为12.0 d,最短为8.0 d,平均为10.0 d;成虫寿命最长为11.0 d,最短为5.0 d,平均为8.6 d。完成整个发育历期所时间为最长为64.0 d,最短为41.0 d,平均为52.5 d。

3 讨论

调查发现,一点缀螟在云南省德宏州每年发生2~3代,以老熟幼虫在玉米秸秆和果穗中越冬,其中以第2代幼虫为害为主,玉米果穗平均为害率

达24.3%,除了在德宏州的田间为害玉米外,本课题组还在毗邻的老挝和缅甸发现其为害玉米果穗,以幼虫为害玉米穗部并蛀食籽粒,还可钻蛀到穗轴中为害,常与亚洲玉米螟混合发生。

太红坤等(2016)在德宏州发现,亚洲玉米螟在6—9月对玉米心叶、茎秆和果穗均可造成受害,而与本试验中一点缀螟很少为害茎秆,主要为害玉米果穗的结论存在差异。目前对于一点缀螟主要通过在其穗期喷施化学农药来进行防治,但由于其钻蛀特性,传统的药剂防效不佳;在玉米穗期,一点缀螟产卵时间与亚洲玉米螟产卵时间一致,可以考虑通过释放赤眼蜂 *Trichogramma* spp. 的方法同时防治这2种玉米害虫(Wang et al., 2014)。因此,从防治亚洲玉米螟的赤眼蜂蜂种中筛选对一点缀螟卵寄生率高的赤眼蜂优势种,以及调查田间自然寄生一点缀螟卵的赤眼蜂种类将是下一步的工作重点。

本研究通过对一点缀螟在云南德宏州玉米田的为害调查及生物学特性的初步观察,明确了该虫的发生为害及生活习性,为该害虫的发生预测及防治奠定了基础。一点缀螟从作为仓储害虫到田间发生为害,可能与当地温暖的气候条件及种植制度更替相关,温暖的气候条件可以保障其在野外能够自然越冬。近年来玉米种植面积的增加也为该害虫的发生为害提供了充足的食物,导致其由仓储害虫转变为可以在田间为害的重要害虫。因此,进一步加强对一点缀螟发生规律和防控技术的研究,进而控制其为害十分必要。此外,一点缀螟成虫活动能力较强,在我国许多地区野外均可采集到(胡海操和敖秋春, 1984; 徐伟等, 1999; 任国栋等, 2007), 在贵州省也有为害茶叶的报道(戴轩, 2010)。因此,一点缀螟是否在其它地区田间为害玉米以及其它作物的情况,亦应引起有关部门的关注和重视。

致谢:中国科学院动物研究所武春生研究员对一点缀螟进行鉴定,特此致谢!

参 考 文 献 (References)

- Dai X. 2010. Studies on insect and geographical distribution of tea pests in Guizhou Province. *Guizhou Tea*, 38(2): 21–35 (in Chinese) [戴轩. 2010. 贵州茶树害虫种类及地理分布的研究. *贵州茶叶*, 38(2): 21–35]
- Hong KJ, Lee JH, Lee GS, Lee S. 2012. The status quo of invasive alien insect species and plant quarantine in Korea. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 15(4): 521–532
- Hu HC, Ao QC. 1984. Studies on the rhythm of the main nocturnal insects to light trap in Nanchang suburbs. *Jiangxi Forestry Science and Technology*, (1): 25–34 (in Chinese) [胡海操, 敖秋春. 1984. 南昌郊区主要夜出性昆虫扑灯规律的探讨. *江西林业科技*, (1): 25–34]
- Kageyama D, Narita S, Imamura T, Miyanosita A. 2010. Detection and identification of *Wolbachia* endosymbionts from laboratory stocks of stored-product insect pests and their parasitoids. *Journal of Stored Products Research*, 46(1): 13–19
- Ren GD, Guo SB, Zhen H, Zhang LS, Ma J. 2007. Studies on the insects of Xiaowutai Mountain II. Lists of moths. *Journal of Hebei University (Natural Sciences Edition)*, 27(3): 304–312 (in Chinese) [任国栋, 郭书彬, 甄卉, 张丽莎, 马靖. 2007. 河北小五台山景观昆虫研究II: 蛾类名录. *河北大学学报(自然科学版)*, 27(3): 304–312]
- Song LQ, Shi J, Wang ZY, He KL, Cong B. 2012. Effects of the Asian corn borer injury on the incidence of *Fusarium* ear rot caused by *Fusarium verticillioides* at different developmental stages of corn ear. *Plant Protection*, 38(6): 50–53 (in Chinese) [宋立秋, 石洁, 王振营, 何康来, 丛斌. 2012. 亚洲玉米螟为害对玉米镰孢穗腐病发病程度的影响. *植物保护*, 38(6): 50–53]
- Song LQ, Wei LM, Wang ZY, He KL, Cong B. 2009. Effect of infestation by the Asian corn borer together with *Fusarium verticillioides* on corn yield loss. *Journal of Plant Protection*, 36(6): 487–490 (in Chinese) [宋立秋, 魏利民, 王振营, 何康来, 丛斌. 2009. 亚洲玉米螟与串珠镰孢菌复合侵染对玉米产量损失的影响. *植物保护学报*, 36(6): 487–490]
- Tai HK, Bai SX, Gu ZL, Liu Z, Wang GQ, Li A, Zhang F, Wang ZY. 2016. Population dynamics and major damage region of Asian corn borer *Ostrinia furnacalis* in Dehong Prefecture of Yunnan Province. *Plant Protection*, 42(2): 171–176 (in Chinese) [太红坤, 白树雄, 顾中量, 刘峙, 王根权, 李翱, 张峰, 王振营. 2016. 云南省德宏州亚洲玉米螟发生动态及主要危害区域调查. *植物保护*, 42(2): 171–176]
- Trematerra P. 1987. Distribution and activity of *Paralipsa gularis* (Zeller) (Lep., Galleriidae) in Italy. *Journal of Applied Entomology*, 104(1/5): 227–233
- Wang PY. 1980. Economic insect fauna of China. Beijing: Science Press, pp. 33–34 (in Chinese) [王平远. 1980. 中国经济昆虫志. 北京: 科学出版社, pp. 33–34]
- Wang ZY, He KL, Zhang F, Lu X, Babendreier D. 2014. Mass rearing and release of *Trichogramma* for biological control of insect pests of corn in China. *Biological Control*, 68: 136–144
- Xu W, Lu H, Yuan HB, Kang XZ. 1999. A preliminary investigation of Pyralidae insect species in Changchun suburbs. *Journal of Jilin Agricultural University*, 21(3): 23–25, 28 (in Chinese) [徐伟, 路红, 袁海滨, 康仙芝. 1999. 长春郊区螟蛾科昆虫种类初步调查. *吉林农业大学学报*, 21(3): 23–25, 28]
- Yasumasa K. 1980. Isolation and identification of male-secreted possible sex pheromone from a pyralid moth, *Aphomia gularis* Zeller (Pyralidae: Lepidoptera). *Applied Entomology & Zoology*, 15(4): 478–485

(责任编辑:王 璇)