

刺槐新害虫——刺槐突瓣细蛾及其 相关种生物学研究*

刘腾腾^{1**} 蔡彦朋¹ 王传珍² 李后魂^{1***}

(1. 南开大学生命科学学院 天津 300071; 2. 山东省烟台市森林保护站 烟台 264000)

摘要 【目的】报道我国新的重要外来入侵害虫——刺槐突瓣细蛾 *Chrysaster ostensackenella* (Fitch, 1859)和同属的圣突瓣细蛾 *C. hagicola* Kumata, 1961 的生物学。【方法】害虫的危害情况和生物学等均在发生地区进行观察和研究。【结果】首次发现原产北美的刺槐突瓣细蛾入侵我国境内(山东和辽宁), 严重危害刺槐。这是该害虫在原产地以外的唯一记录。在山东烟台的一些地区, 刺槐突瓣细蛾一年发生 4 代, 刺槐小叶被害率达 80% 以上, 成片树木叶片枯焦, 引起树叶早落, 严重影响树木光合作用, 导致树木营养不良, 生长受到很大影响; 在发生严重的林片, 有虫株率达 100%, 小叶被害率达 90% 以上。同时首次报道同属的圣突瓣细蛾在中国的分布和为害情况。为了便于监测结果的准确鉴定, 文中给出了两种害虫的形态和鉴别特征。【结论】突瓣细蛾属 *Chrysaster* Kumata, 1961 仅有的两个种在我国同时被发现, 其中刺槐突瓣细蛾对我国刺槐构成重大威胁, 需要引起相关造林绿化和植物检疫部门的重视。

关键词 鳞翅目, 细蛾科, 入侵物种, 潜叶害虫, 刺槐

Biology of *Chrysaster ostensackenella* (Fitch), a new invasive pest of black locust *Robinia pseudoacacia* L. plantations, and a new record of a related species, in China

LIU Teng-Teng^{1**} CAI Yan-Peng¹ WANG Chuan-Zhen² LI Hou-Hun^{1***}

(1. College of Life Sciences, Nankai University, Tianjin 300071, China; 2. Forest Protection Station, Yantai 264000, China)

Abstract 【Objectives】To report the biology of a new, economically important, invasive pest of the black locust *Robinia pseudoacacia* L., *Chrysaster ostensackenella* (Fitch, 1859), and a congeneric species, *C. hagicola* Kumata, 1961 of the family Gracillariidae in China. 【Methods】The damage on leaves of the black locust and the biology of these pests were studied in the field. 【Results】*Chrysaster ostensackenella* was recorded for the first time in China in Shandong and Liaoning Provinces. The record reported here is the only validated record of this species outside its native North American range. In Yantai, Shandong Province, *C. ostensackenella* had four generations a year and attacked more than 80% of the leaflets of black locust trees, resulting in an accelerated abscission of leaves. In some of the more seriously infested stands, all trees, and more than 90% of leaflets were damaged. In addition, a congeneric species, *C. hagicola*, was newly recorded in China, and its biology studied. Morphological and diagnostic characters of the two pests are provided to assist precise identification and biological monitoring. 【Conclusion】Both species of the genus *Chrysaster* Kumata are found in China, of which *C. ostensackenella* is an invasive pest that seriously threatens the black locust, *R. pseudoacacia*. Relevant control measures should be undertaken by afforestation and plant quarantine departments and intensive studies conducted to fully understand this invasive species.

Key words Lepidoptera, Gracillariidae, invasive species, leafmining pest, *Robinia pseudoacacia*

* 资助项目 Supported projects: 国家自然科学基金资助项目 (Nos. 31311140254 & 31272356); 烟台市科学技术局资助项目 (No. 2012NC232)

**第一作者 First author, E-mail: china.liuteng@hotmail.com

***通讯作者 Corresponding author, E-mail: lihuhun@nankai.edu.cn

收稿日期 Received: 2015-05-14, 接受日期 Accepted: 2015-05-19

刺槐 *Robinia pseudoacacia* L. 原产北美洲, 17 世纪初引入欧洲, 20 世纪初由德国人首次引入我国山东青岛 (徐海根和强胜, 2011)。刺槐引入我国后, 由于其广泛的适应性和用途, 在我国大量栽培 (茹桃勤等, 2005)。刺槐用途多样, 可作为畜牧业的辅助饲料、优质的木材树种、造林和绿化行道树以及矿区植被的重建树种等 (Filcheva *et al.*, 2000; Károly *et al.*, 2001)。刺槐被全球入侵物种数据库定位为入侵物种 (GISD, 2015), 在我国也显示出许多入侵种的特征, 如适应性强、根蘖繁殖、种子产量大、固氮能力显著等 (尹达等, 2014)。但刺槐也是害虫较多的树种 (萧刚柔, 1992)。Hargrove (1985) 依据危害部位, 分类综述了美国东部阿巴拉契亚山区刺槐的害虫, 包括蛀茎、蛀干、蛀根害虫, 造瘿害虫, 食叶害虫等。刺槐突瓣细蛾 *Chrysaster ostensackenella* (Fitch, 1859) 属于食叶害虫中的潜叶害虫。刺槐突瓣细蛾仅在北美洲有危害报道, 在原产地以外地区尚未有分布 (De Prins and De Prins, 2014)。

本研究首次发现刺槐突瓣细蛾入侵我国境内 (山东烟台和辽宁沈阳), 危害刺槐。这是该害虫在原产地以外的唯一记录。刺槐突瓣细蛾是继刺槐叶瘿蚊 *Obolodiplosis robiniae* (Haldemann, 1847) (杨忠岐等, 2006) 后, 又一个入侵至我国的原产自北美洲的刺槐害虫, 应引起相关造林绿化和植物检疫部门的重视。

本文同时首次报道圣突瓣细蛾 *C. hagicola* Kumata, 1961 在我国的分布及其危害情况。至此, 突瓣细蛾属 *Chrysaster* Kumata, 1961 仅有的两个种均在我国有分布, 且有明确的寄主和为害记录。刺槐突瓣细蛾和圣突瓣细蛾在外形上非常相似, 很难区分。由于针对刺槐突瓣细蛾的监测手段尚不完善, 灯诱监测是目前最简便易行的监测手段。为了便于监测结果的准确鉴定, 文中给出了两种害虫的形态和鉴别特征。

1 材料与方 法

2012 年 7—8 月和 2013 年 6—7 月在山东省

烟台市芝罘区塔山、天津八仙山国家级自然保护区和山西灵空山国家级自然保护区进行害虫危害状和生物学观察, 同时采集害虫标本做进一步的鉴定。将含幼虫的寄主叶片保存在密封的塑料袋中, 或者保存在放有潮湿棉花的饲养盒内。越冬蛹置于室外饲养盒内, 于 2014 年 2 月 6 日移入室内 (室温 20°C), 3 月初开始陆续羽化, 至 3 月底羽化结束。

成虫形态学术语依据 Kumata (1961)。翅脉和外生殖器玻片制作方法依据李后魂 (2002), 使用曙红和/或 Chlorazol Black 染色。成虫及外生殖器照片分别使用 Leica M205A 体式解剖镜和 Leica DM750 显微镜在室内拍摄, 寄主及其被害状等照片利用 Canon EOS 550D 或 Canon PowerShot G11 数码相机在野外拍摄。所有照片均通过 Photoshop® CS4 软件修缮完成。

2 结果与分析

2.1 刺槐突瓣细蛾 *Chrysaster ostensackenella* (Fitch, 1859) (图 1: A, C, E; 图 2)

形态特征: 成虫 (图 1: A) 前翅长 2.0~3.0 mm。头银白色至银灰色, 具强烈金属光泽。下唇须灰色。触角背面黑褐色, 腹面褐色。胸部和翅基片金褐色。前足银白色, 胫节和跗节背侧黑色; 中足灰白色, 背侧黑色; 后足胫节中部黑灰色, 跗节黑灰色。前翅金褐色, 斑纹银灰色, 前缘处白色, 内缘镶黑色; 基部后缘处有时具 1 枚银灰色斑点; 基部 1/5 处和近中部各具 1 条横带, 后者后半部稍内斜; 前缘 2/3 和 5/6 处各具 1 枚楔形斑, 伸入缘毛, 前者稍外斜, 达中室末端; 后缘 2/3 处具 1 条短纹, 外斜至中室末端, 有时与前缘 2/3 处楔形斑相接, 形成 1 个外突的钝角; 外缘 5/6 处具 1 枚白色或银白色小斑; 缘毛基部 1/4 至 1/3 黑褐色, 其余灰色。后翅及缘毛灰褐色。腹部背面黑灰色, 腹面银白色。

雄性外生殖器 (图 1: C): 抱器背基突左右愈合 U 形。抱器瓣基部稍窄, 端部渐宽; 自中部近背缘 1/3 处至抱器瓣末端中央具 1 条纵脊, 端部呈三角形突出超过抱器瓣末端, 基部具

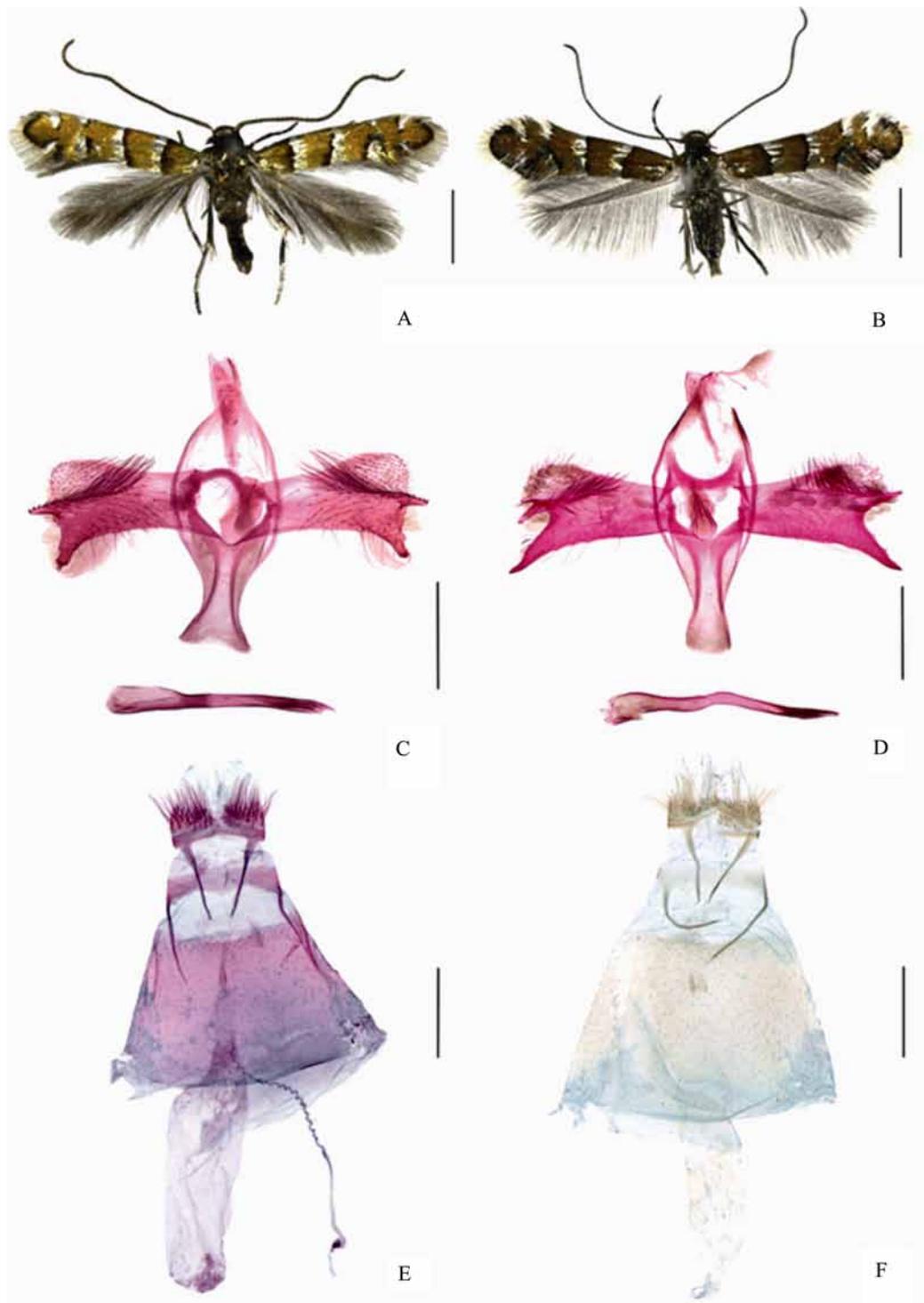


图 1 突瓣细蛾属形态特征

Fig. 1 Morphology of *Chrysaster* spp.

A, C, E. 刺槐突瓣细蛾 *C. ostensackenella* : A. 成虫, C. 雄性外生殖器, E. 雌性外生殖器; B, D, F. 圣突瓣细蛾 *C. hagicola* : B. 成虫, D. 雄性外生殖器, F. 雌性外生殖器。比例尺: A, B = 1.0 mm; C-F = 0.2 mm。

A, C, E. *C. ostensackenella*: A. Adult, C. Male genitalia, E. Female genitalia; B, D, F. *C. hagicola*: B. Adult, D. Male genitalia, F. Female genitalia (scales: A, B = 1.0 mm; C-F = 0.2 mm).

一系列粗长刚毛, 端部刚毛渐短, 最后 3 枚呈齿状; 背端角圆, 密被刚毛; 腹端三角形突出, 末端钝, 具 1 簇短片状刚毛。囊形突稍短于抱器瓣长, 略呈杯状, 末端近平截。阳茎基环骨化, 略呈菱形, 具纵褶。阳茎长于抱器瓣长, 直, 基部 1/4 粗, 端部 3/4 细, 末端尖。

雌性外生殖器(图 1: E): 前表皮突略长于后表皮突。囊导管近达第 7 腹节前缘, 前端稍宽; 基部 2/5 处骨化。交配囊长椭圆形, 后端 1/3 较窄。

鉴别特征: 刺槐突瓣细蛾 *C. ostensackenella* 与圣突瓣细蛾 *C. hagicola* 成虫外型十分相似, 但刺槐突瓣细蛾前翅基部近后缘无纵纹, 或有时基部后缘处具 1 枚小斑点, 雄性外生殖器抱器瓣腹端角钝, 囊形突末端近平截; 圣突瓣细蛾前翅基部近后缘具 1 条银灰色短纵纹, 抱器瓣腹端尖锐, 囊形突末端圆钝。

生物学: 刺槐突瓣细蛾在我国危害刺槐 *Robinia pseudoacacia* L. (豆科 Fabaceae) (图 2: A); 在北美洲危害刺槐 *R. pseudoacacia*、*R. hispida*、*R. neomexicana*、*R. viscosa* 等刺槐属植物 (De Prins and De Prins, 2014)。

成虫将卵产在幼嫩叶片上表面, 单粒散产。孵化后, 一龄幼虫从卵底直接钻入叶片中, 潜道初期线状, 扁平, 多位于中脉一侧。幼虫潜食上层叶肉, 致使叶正面被害部位只剩下上表皮, 表皮逐渐微微鼓起, 形成半透明潜斑; 随幼虫生长, 潜斑逐渐扩大; 一片小叶上经常可见多个潜斑; 2~3 个潜斑常相连扩大形成一个灰白色不规则的大潜斑(图 2: B), 潜斑上表面可见老熟幼虫咬出的圆弧状缝(图 2: C)。一个大潜斑可占叶片面积的 2/3 以上, 从而使整个小叶枯黄。在山东烟台, 危害严重的林地, 小叶被害率达 80% 以上, 使成片树木叶片枯焦, 引起树叶早落, 严重影响树木光合作用, 导致树木营养不良, 生长受到很大影响。发生严重林片, 有虫株率达 100%, 小叶被害率达 90% 以上, 严重影响林木生长和自然景观。老熟幼虫绿色(图 2: D)。成虫可见休止于寄主叶片上(图 2: E)。

生活史: 据山东烟台 2012 至 2013 年观察结果, 刺槐突瓣细蛾一年发生 4 代(表 1)。刺槐突瓣细蛾以蛹在枯枝落叶层、树皮缝等处做白色小茧越冬。翌年 5 月上旬越冬蛹开始羽化。成虫羽化后即交尾、产卵。第一代成虫一般 1 片小叶产 1 粒卵, 以后各代每片小叶产 1 至数粒不等, 一般 2~3 粒。第一代卵期 10 d 左右, 以后各代 1 周左右。幼虫期 20 d 左右。9 月上旬第 4 代幼虫陆续开始化蛹越冬。各虫态发生期因每年的气候条件(主要是气温)不同而略有差异, 第 1、2 代与第 3、4 代发育历期不整齐, 第 3、4 代发生历期较长。世代重叠现象明显。

分布: 目前仅知发生于山东省烟台市芝罘区、莱山区、龙口市、牟平区、长岛县、莱州市等县市区, 青岛市崂山和辽宁省沈阳市棋盘山。传入途径和时间不详。国外分布于加拿大和美国, 为刺槐突瓣细蛾的原产地。

天敌: 在原产地美国的寄生性天敌为 *Zagrammosoma multilineatum* (Ashmead, 1888) (Eulophidae) (Peck, 1963; De Prins and De Prins, 2014), 在我国山东已发现寄生性天敌, 有待进一步鉴定。

2.2 圣突瓣细蛾 *Chrysaster hagicola* Kumata, 1961 (图 1: B, D, F; 图 3)

形态特征: 成虫(图 1: B)前翅长 2.0~3.0 mm。头银灰色, 具强烈金属光泽, 后头鳞毛簇黄棕色。下唇须灰黄色。触角背面黑灰色, 腹面浅黄褐色; 栉浅黄色; 鞭节各节端部背面黑色。胸部银灰色, 具强烈金属光泽, 中央具 2 条金褐色短纵纹; 翅基片金褐色。各足银灰色; 前足跗节黑色, 具浅黄色环纹; 中足胫节背侧黑色, 跗节各节基部浅黄色, 端部黑色; 后足胫节端半部外侧灰色, 末端银白色, 跗节各节黑色, 端部浅黄褐色。前翅金褐色, 斑纹银灰色, 内缘镶黑色; 基部近后缘具 1 条短纵纹, 不达翅长的 1/5; 基部 1/4 处和中部各具 1 条横带, 前缘处略呈白色, 内缘镶黑色窄带, 前者略外弓; 前缘 3/4 处和近顶角处各具 1 枚白色楔形斑, 伸入缘毛, 端部银灰色, 内缘杂黑色鳞片; 后缘 2/3 处具 1 条短纹,

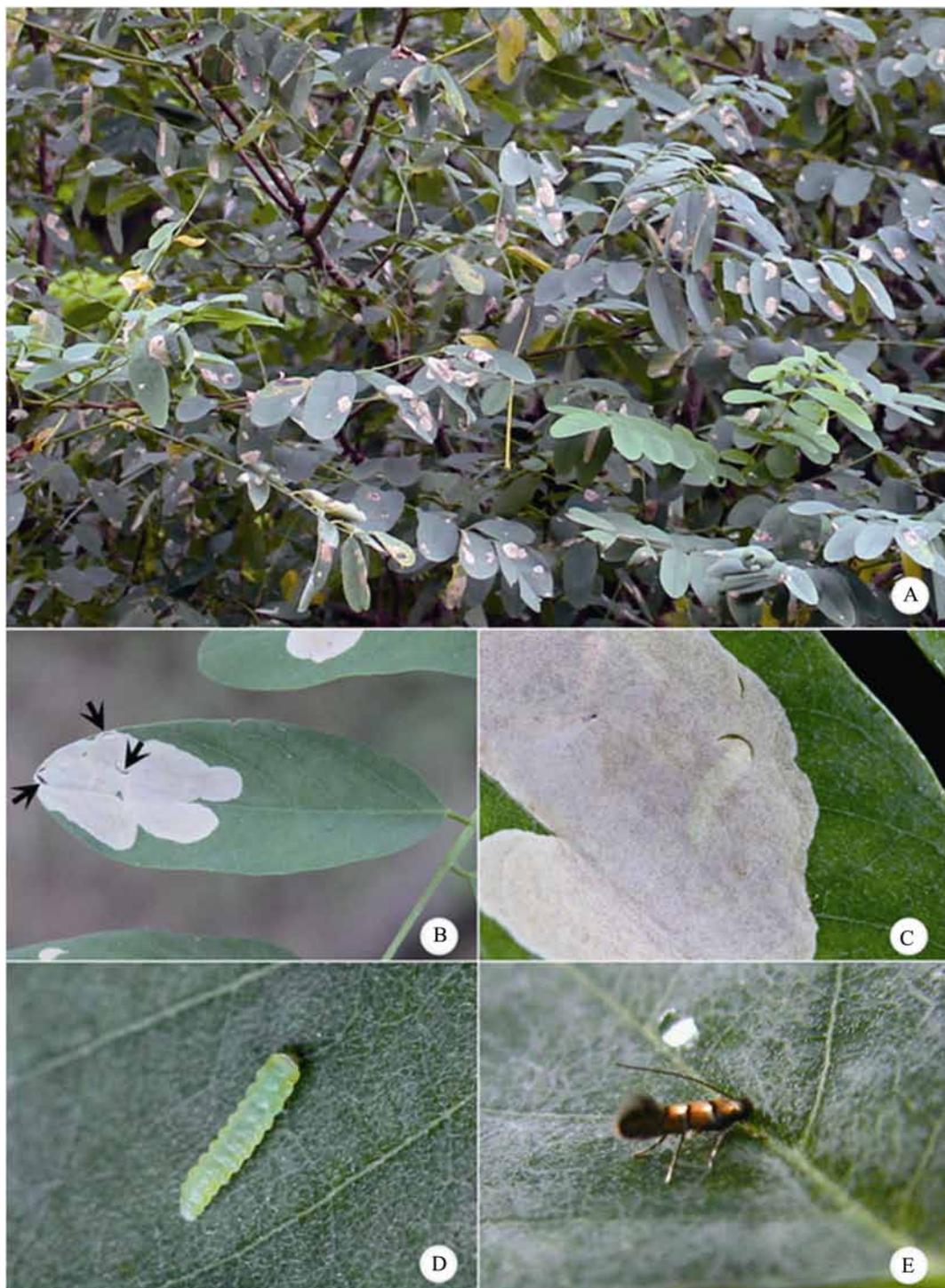


图 2 刺槐突瓣细蛾 *Chrysaster ostensackenella* (Fitch)生物学
Fig. 2 Biology of *Chrysaster ostensackenella* (Fitch)

- A. 寄主刺槐 *Robinia pseudoacacia* 及其被害状 ; B. 潜道 , 箭头指示老熟幼虫爬出缝 ;
 - C. 老熟幼虫在潜道内 , 准备爬出潜道 ; D. 老熟幼虫 ; E. 成虫休止状态。
- A. Host plant *Robinia pseudoacacia* and the damage by *Chrysaster ostensackenella*; B. Leaf mine, arrows indicating exit slits by mature larvae; C. Mature larva within a mine being about to creep out; D. Late instar larva; E. Adult resting posture.

表 1 刺槐突瓣细蛾年生活史
Table 1 Annual life histories of *Chrysaster ostensackenella* (Fitch)

月旬 Month	1-3			4			5			6			7			8			9			10			11-12					
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
世代 Generation	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L
越冬代 Overwinter generation	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)																		
第 1 代 1st generation																														
第 2 代 2nd generation																														
第 3 代 3rd generation																														
第 4 代 4th generation																														

• 卵, - 幼虫, * 蛹, + 成虫, () 越冬态; 据山东烟台 2012 至 2013 年观察结果。

• Egg, - Larva, * Pupa, + Adult, () Overwintering status; according to the observation in Yantai, Shandong Province from 2012 to 2013. E: Early ten days; M: Middle ten days; L: Last ten days.

外斜, 与前缘 3/4 处的楔形斑近相接; 外缘近顶角有时具 1 枚银白色小斑; 缘毛基半部黑色, 杂金褐色, 端半部浅黄褐色。后翅及缘毛灰色。腹部背侧黑灰色, 腹侧银白色。

雄性外生殖器 (图 1: D): 抱器背基突左右愈合呈 U 形。抱器瓣基部窄, 端部渐宽; 自 2/5 处近背缘至抱器瓣末端中央具 1 条纵脊, 端部呈三角形突出, 末端钝尖, 脊上被粗长刚毛, 端部刚毛渐短, 末端 2 枚齿状; 背端角圆, 密被刚毛; 腹端角狭三角形, 渐尖。囊形突略短于抱器瓣长, 略呈杯状, 末端圆钝。阳茎基环骨化。阳茎长于抱器瓣长, 近中部弯, 向端部渐细, 末端尖。

雌性外生殖器 (图 1: F): 前表皮突略长于后表皮突。囊导管极短, 中部骨化。交配囊膜质, 长椭圆形; 无囊突。

生物学: 在天津八仙山国家级自然保护区为害豆科 Fabaceae 植物杭子梢 *Campylotropis macrocarpa* (Bge.) Rehd. 和胡枝子 *Lespedeza*

bicolor Turcz. (图 3: A); 在日本寄主为胡枝子和短梗胡枝子 *L. cyrtobotrya* Miq. (Kumata, 1961)。

幼虫潜道位于叶片上表面, 扁平, 多位于中脉一侧; 一片小叶上常见 1 枚潜道, 有时可见 2 枚 (图 3: B)。潜道初期线状, 此后突然扩大, 最终形成一个黄褐色不规则潜斑 (图 3: C)。低龄幼虫扁平, 浅绿色 (图 3: D)。老熟幼虫在潜斑上表面咬出 1 个圆弧状缝, 在叶凹处结茧 (图 3: E)。茧浅黄色, 椭圆形。

分布: 在我国已发现分布于天津蓟县八仙山, 山西沁源灵空山和山东烟台, 在其它有寄主分布的地区很可能也有分布。在国外分布于日本, 韩国和俄罗斯 (远东地区)。

天敌: 在日本的寄生性天敌为 *Achrysocharoides chrysasteris* Kamijo, 1990 和 *Pleurotroppopsis japonica* (Kamijo, 1977) (Eulophidae) (Kamijo, 1990a, 1990b)。



图 3 圣突瓣细蛾 *Chrysaster hagicola* Kumata 生物学

Fig. 3 Biology of *Chrysaster hagicola* Kumata

- A. 寄主胡枝子 *Lespedeza bicolor*; B. 潜斑; C. 潜斑放大图, 箭头示潜道起始点;
D. 低龄幼虫; E. 茧。
- A. Host plant *Lespedeza bicolor*; B. Leaf mine; C. Enlarged view of initial part of mine, arrow indicating starting point of mine; D. Young larva; E. Cocoon.

3 讨论

刺槐在我国种植广泛,是重要的绿化和行道树种(茹桃勤等,2005),这为刺槐突瓣细蛾的进一步扩散提供了适宜的条件。此外,韩国、土耳其以及欧洲大部分地区都广泛引种刺槐(GISD,2015),存在刺槐突瓣细蛾扩散定殖的条件。“桥头堡效应”(Bridgehead effect)(Lombaert *et al.*,2010)也可能在刺槐突瓣细蛾和刺槐叶瘿蚊入侵事件中重现。全球气候变化对入侵昆虫有着深刻的影响(吴刚等,2011),作为新发现的重要入侵害虫,刺槐突瓣细蛾在气候变化背景下的入侵生物学和生态学亟需研究完善。

除刺槐突瓣细蛾外,其他潜叶小蛾类也有入侵的报道。Nieukerken 等(2012)报道北美洲日蛾科 Heliozelidae 一种潜叶昆虫 *Antispila oinophylla* Van Nieukerken *et Wagner*,2012 入侵至意大利,严重危害葡萄 *Vitis vinifera* Linn. 的多种栽培品种和五叶地锦 *Parthenocissus quinquefolia* Planch.,但 *A. oinophylla* 对北美洲原产地的葡萄品种和五叶地锦并没有危害报道。日蛾科潜叶小蛾类的入侵案例,或许可为了解刺槐突瓣细蛾的入侵生物学提供借鉴。我国引种刺槐已有较长历史,但直到现在才发现刺槐突瓣细蛾的分布和为害,其进入我国的时间和途径需要做进一步的研究和评估。结合我国大量外来入侵生物的发生规律及其严重危害性(徐海根和强胜,2011),刺槐突瓣细蛾潜在的危害性和大发生的可能性,应引起相关造林绿化部门的重视。

致谢:美国史密森研究院的 Donald R. Davis 博士提供刺槐突瓣细蛾相关资料,国家林业局森林病虫害防治总站的盛茂岭研究员和李涛博士提供了辽宁省的研究标本,天津八仙山国家级自然保护区管理局和山西灵空山国家级自然保护区管理局及其工作人员为野外工作提供便利,在此一

并深表谢意。

参考文献 (References)

- De Prins J, De Prins W, 2014. Global taxonomic database of Gracillariidae (Lepidoptera). Accessed 6 April 2015, <http://www.gracillariidae.net/>.
- Filcheva E, Noustorova M, Gentcheva-Kostadinova S, Haigh M, 2000. Organic accumulation and microbial action in surface coal-mine spoils, Pernik, Bulgaria. *Ecological Engineering*, 15(1/2): 1–15.
- GISD [Global Invasive Species Database], 2005. *Robinia pseudoacacia*. Accessed 6 April 2015, <http://www.issg.org/database/species/search.asp?sts=sss&st=sss&fr=1&sn=Robinia&rn=&hci=-1&ei=-1&lang=EN&x=41&y=20>.
- Hargrove WW, 1986. An annotated species list of insect herbivores commonly associated with black locust, *Robinia pseudoacacia*, in the Southern Appalachians. *Entomological News*, 97(1): 36–40.
- Kamijo K, 1990a. Five new species of *Achrysocharoides* (Hymenoptera, Eulophidae) associated with Leguminosae in Japan. *Japanese Journal of Entomology*, 58(2): 293–302.
- Kamijo K, 1990b. Notes on *Pleurotropopsis* (Hymenoptera, Eulophidae) and its allied genera, with descriptions of four new species from Japan. *Japanese Journal of Entomology*, 58(4): 816–826.
- Károly R, Zoltán O, Ildikò B, 2001. Propagation methods for black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) improvement in Hungary. *Journal of Forestry Research*, 12(4): 215–219.
- Kumata T, 1961. Descriptions of a new genus and a new species of Gracillariidae from Japan (Lepidoptera). *Insecta Matsumurana*, 24(1): 52–56.
- Li HH, 2002. The Gelechiidae of China (Lepidoptera: Gelechioidea) (I). 1–538. Tianjin: Nankai University Press. [李后魂, 2002. 中国麦蛾 (一). 天津: 南开大学出版社. 1–538.]
- Lombaert E, Guillemaud T, Cornuet JM, Malausa T, Facon B, Estoup A, 2010. Bridgehead effect in the worldwide invasion of the biocontrol harlequin ladybird. *PLoS ONE*, 5(3): e9743.
- Nieukerken VEJ, Wagner DL, Baldessari M, Mazzon L, Angeli G, Girolami V, Duso C, Dooreenweerd C, 2012. *Antispila oinophylla* new species (Lepidoptera, Heliozelidae), a new North American grapevine leafminer invading Italian vineyards: taxonomy, DNA barcodes and life cycle. *ZooKeys*, 170: 29–77.

- Peck O, 1963. A catalogue of the Nearctic Chalcidoidea (Insecta: Hymenoptera). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 95(Suppl. 30): 5–1092.
- Ru TQ, Li JY, Zhang KY, Fan ZW, 2005. Review on research of black locust (*Robinia pseudoacacia*) in abroad. *Journal of Northwest Forestry Universtiy*, 20(3): 102–107. [茹桃勤, 李吉跃, 张克勇, 范增伟, 2005. 国外刺槐 (*Robinia pseudoacacia*) 研究. 西北林学院学报, 20(3): 102–107.]
- Wu G, Ge F, Wan FH, Xiao NW, Li JS, 2011. Responses of invasive insects to global climate change. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 48(5): 1170–1176. [吴刚, 戈峰, 万方浩, 肖能文, 李俊生, 2011. 入侵昆虫对全球气候变化的响应. 应用昆虫学报, 48(5): 1170–1176.]
- Xiao GR, 1992. *Forest Insects of China* (second edition). Beijing: China Forestry Publishing House. 1–1362. [萧刚柔, 1992. 中国森林昆虫 (第二版). 北京: 中国林业出版社. 1–1362.]
- Xu HG, Qiang S, 2011. *China's Invasive Alien Species*. Beijing: Science Press. 1–684. [徐海根, 强胜, 2011. 中国外来入侵生物. 北京: 科学出版社. 1–684.]
- Yang ZQ, Qiao XR, Bu WJ, Yao YX, Xiao Y, Han YS, 2006. First discovery of an important invasive insect pest, *Obolodiplosis robiniae* (Diptera: Cecidomyiidae) in China. *Acta Entomologica Sinica*, 49(6): 1050–1053. [杨忠岐, 乔秀荣, 卜文俊, 姚艳霞, 肖艳, 韩义生, 2006. 我国新发现一种重要外来入侵害虫——刺槐叶瘿蚊. 昆虫学报, 49(6): 1050–1053.]
- Yin D, Du Y, Xu F, Wang RQ, 2014. Research progress of alien species of *Robinia pseudoacacia* L. in China. *Shandong Forestry Science and Technology*, (6): 92–99. [尹达, 杜宁, 徐飞, 王仁卿, 2014. 外来物种刺槐 (*Robinia pseudoacacia* L.) 在中国的研究进展. 山东林业科技, (6): 92–99.]