

沙蒿木蠹蛾生物学特性研究

王建伟, 骆有庆, 宗世祥*

(北京林业大学省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 沙蒿木蠹蛾 *Holcocerus artemisiae* Chou et Hua 是危害油蒿 *Artemisia ordosica* Krasch 和籽蒿 *A. sphaerocephala* Krasch 的重要钻蛀性害虫, 以幼虫蛀食根部, 导致寄主植物长势衰弱甚至死亡。为有效控制其危害, 我们对该虫形态和生物学特征结合野外调查和室内饲养观察进行了研究。结果表明: 在宁夏, 该虫 2 年发生 1 代, 以幼虫在被害油蒿根部越冬; 老熟幼虫于 5 月中旬从受害根部钻出, 在周围的沙土里结茧化蛹, 蛹期平均 19.5 ± 3.5 d; 成虫始见于 6 月初, 终见于 8 月末, 期间经历 3 次羽化高峰, 分别为 6, 7, 8 月的上旬。成虫羽化主要在 14:00–17:00, 整个过程持续 30~45 min; 羽化当日即可交配, 交配时间为 20:00–21:00, 高峰期于 20:30 左右; 雄虫有 2 次交尾现象。雄虫寿命 2~3 d, 雌虫寿命 1~3 d, 极少 4 d。雌雄性比约为 1:2.16。卵初见于 6 月中旬, 初孵幼虫初见于 6 月下旬。幼虫常单独危害, 且具有转移危害的习性, 蛀食坑道不规则。5–9 月, 油蒿受害率为 11%~44%, 平均 24%, 株虫口密度为 0.13 头/株。幼虫对油蒿的树龄和地径有较明显的选择性, 主要危害 1~4 年生、地径 16~34 mm 的油蒿。沙蒿木蠹蛾生物学特征的系统研究为其控制措施的制定提供了科学依据。

关键词: 沙蒿木蠹蛾; 形态特征; 生物学; 生活习性; 生活史; 天敌

中图分类号: Q966 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2011)07-0809-06

Bionomics of the sand sagebrush carpenterworm, *Holcocerus artemisiae* (Lepidoptera: Cossidae)

WANG Jian-Wei, LUO You-Qing, ZONG Shi-Xiang* (Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: The sand sagebrush carpenterworm, *Holcocerus artemisiae* Chou et Hua, is a severe pest of *Artemisia ordosica* and *A. sphaerocephala*, with the larval stages boring into the roots of the host plants. Morphological and biological characteristics of *H. artemisiae* in Ningxia were studied through field survey and laboratory breeding and observation. The results showed that a generation takes two years in fields of Ningxia. Larvae of all instars were found to overwinter in the host plant roots. Mature larvae begin to pupate in mid May in the soil around the base of plant stems, with the average pupal stage lasting 19.5 ± 3.5 d. Moths emerge from the beginning of June to the end of August, with three peaks of eclosion observed in the early June, early July and early August, respectively. Adult emergence occurs mainly in the afternoon (between 14:00–17:00), and takes 30–45 min. Copulation peaks in the late evening (around 20:00–21:00). The longevity of adults is 2–3 d for males and 1–3 d for females, with a sex ratio of 1:2.16 (female:male) in Ningxia fields. Female moths start laying eggs near mid June, and the eggs hatch in late June. Larvae consume a single root alone in irregular tunnels before transferring to another. They were found to cause 11%–44% damage (average 24%) on *A. ordosica* from May to September, with a population density of 0.13 individuals per root. There was a significant difference in the selectivity of *H. artemisiae* larvae to tree age (1–4 years) and ground diameter (16–34 mm). The systematic research of biological characteristics of *H. artemisiae* provides scientific evidence for its control.

Key words: *Holcocerus artemisiae*; morphological characteristics; biology; life habits; life history; natural enemies

基金项目: 国家自然科学基金项目(31070580); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(TD2010-4)

作者简介: 王建伟, 女, 1983 年生, 山西大同人, 博士研究生, 主要从事森林害虫生物生态学与生态技术调控研究, E-mail: wangjianwei_126@126.com

* 通讯作者 Corresponding author, E-mail: zongsx@126.com

收稿日期 Received: 2011-01-17; 接受日期 Accepted: 2011-05-20

沙蒿木蠹蛾 *Holcocerus artemisiae* Chou et Hua, 又名沙蒿线角木蠹蛾, 属鳞翅目 (Lepidoptera) 木蠹蛾科 (Cossidae) 线角木蠹蛾属 *Holcocerus*, 目前国外未见危害报道; 在国内, 主要分布在宁夏 (银川、盐池、香山、灵武)、内蒙古 (巴彦淖尔盟、伊克昭盟、阿拉善盟) 和陕西 (定边、榆林) 等干旱荒漠草原区 (高兆宁, 1987; 花保祯等, 1990; 荣元平等, 1999; 徐柱, 2004; 姚艳芳等, 2009), 以幼虫危害油蒿 *Artemisia ordosica* Krasch (或黑沙蒿) 和籽蒿 *A. sphaerocephala* Krasch (或白沙蒿) 的主茎和根部, 造成灌丛成片死亡。

近年来, 沙蒿木蠹蛾在我国西部干旱半干旱地区大面积暴发成灾, 严重影响了该地区的生态环境建设和区域经济发展。陈孝达 (1989) 和甄常生 (1998a, 1998b) 对沙蒿木蠹蛾的形态特征、生活史、生活习性、防治等方面进行了初步探讨, 结果显示: 在内蒙古西部沙蒿木蠹蛾 1 年 1 代, 以幼虫越冬, 危害油蒿和籽蒿根部, 导致草场严重退化; 虽然其天敌种类较多, 但在实际中仍以黑光灯诱杀成虫为主要防治手段。张金桐等 (2009a, 2009b) 分析了沙蒿木蠹蛾雌蛾性信息素腺体提取物, 明确顺-5-十二碳烯乙酸酯 (Z5-12: Ac)、顺-5-十四碳烯乙酸酯 (Z5-14: Ac) 和顺-5-十二碳烯-1-醇 (Z5-12: OH) 为其主要成分, 并以一定比例制成性诱剂诱芯。而有关沙蒿木蠹蛾的危害特点及生物学特性系统观察还未见报道。为此, 我们于 2008-2010 年在宁夏盐池县对其危害特点和生物学特性进行了系统研究, 为制定控制策略和研究控制技术提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

调查地位于宁夏盐池县境内 (37°04' ~ 38°10' N; 106°33' ~ 107°47' E), 毛乌素沙漠的西南缘, 属于鄂尔多斯高原向黄土高原的过渡地区, 植被类型属于从干草原向荒漠的过渡带 (张新时, 1994)。除了少量的地带性栗钙土和沙地草甸外, 绝大部分地区是风沙土。该区防风固沙的沙蒿主要是油蒿, 籽蒿数量极少。

1.2 野外调查

在野外设定一块 100 m × 100 m 的样地, 划分为 100 个 10 m × 10 m 的小样方, 于 2008 年 5-9 月每周随机抽查 5 块小样方, 每个样方内调查 20 株油蒿, 解剖根部和枝条, 记录幼虫的危害位置、虫

态、数量以及天敌情况。在成虫羽化高峰期, 从 21:30-24:00, 在受害沙蒿林外空旷的地方放置全自动虫情测报灯进行诱集, 每半小时收集 1 次, 详细记录成虫出现的时间和数量。

1.3 室内观察

于 2009 和 2010 年的 5 月中旬从野外采集受害的油蒿根段, 将受害根段及里面的幼虫放置在玻璃瓶中, 并用沙土覆盖。每周检查一次幼虫是否化蛹, 并将沙土喷水保湿, 以手握沙土刚好成团为宜。成虫羽化后放在自制的纱笼内, 观察交尾及产卵的行为特点。

1.4 数据统计与处理

用 SPSS 15.0 软件对数据进行处理, 计算平均值和标准差。

2 结果与分析

2.1 野外危害特点

沙蒿木蠹蛾以幼虫危害油蒿的主茎和根部, 初孵幼虫先钻蛀根部的韧皮部, 之后蛀食根部的木质部, 大部分木质部被蛀空, 导致枝条部分枯死, 严重时整株枯死, 受害根部松散干枯, 易从土中拔出。对 2005 株油蒿进行全株解析, 受害率结果如图 1 所示, 在宁夏盐池地区, 5 月到 9 月初, 油蒿的受害率为 11% ~ 44%, 有虫株率为 21%, 株口口密度 0.13 头/株。

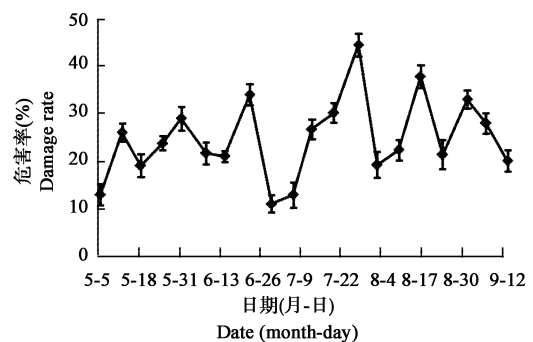


图 1 沙蒿木蠹蛾幼虫导致的油蒿受害率 (宁夏盐池, 2008)

Fig. 1 Damage rate of *Artemisia ordosica* trees infected by *Holcocerus artemisiae* larvae (Yanchi, Ningxia, 2008)

图中数据为平均值 ± SD; 图 2 和 3 同。Data in the figure are mean ± SD. The same for Figs. 2 and 3.

幼虫对寄主树龄的选择性如图 2 所示, 主要危害 1~4 年生的油蒿, 极少危害 4 年生以上的。而不同发育阶段的幼虫对寄主也有选择性, 初孵幼虫多危害 1~2 年生植株, 占总虫口数量的 45.5%; 其他各龄幼虫多危害 3~4 年生植株, 占 51.2%。

幼虫对油蒿地径的选择结果如图 3 所示, 幼虫多危害地径为 16~34 mm 的油蒿, 占总数的 87.0%, 而对于 16 mm 以下和 34 mm 以上的危害较少或者几乎不危害。

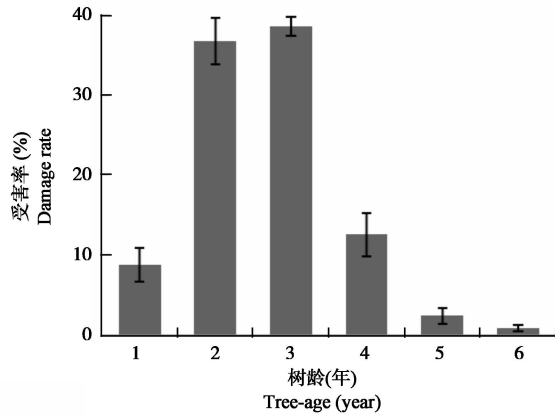


图 2 沙蒿木蠹蛾幼虫对油蒿树龄的选择性(宁夏盐池, 2009)

Fig. 2 Selectivity of *Holcocerus artemisiae* larvae to tree-ages of *Artemisia ordosica* (Yanchi, Ningxia, 2009)

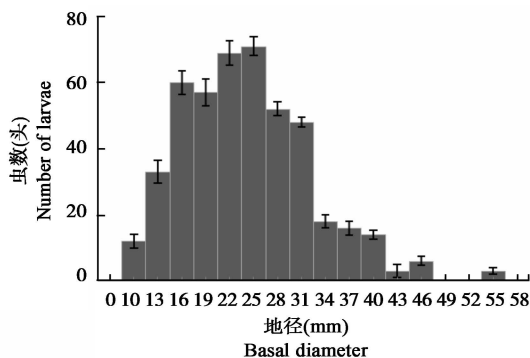


图 3 沙蒿木蠹蛾幼虫对油蒿地径的选择性(宁夏盐池, 2009)

Fig. 3 Selectivity of *Holcocerus artemisiae* larvae to basal diameters of *Artemisia ordosica* (Yanchi, Ningxia, 2009)

2.2 形态特征

2.2.1 卵: 椭圆形, 长轴长 1.76 ± 0.06 mm, 短轴长 1.45 ± 0.05 mm, 卵壳上有横纵脊纹。初产时卵壳外层裹附着黑褐色黏着物, 与沙蒿根部颜色相近; 遗腹卵均未受精, 同样有横纵脊纹, 但颜色为白色, 不能孵化幼虫, 直至干瘪。

2.2.2 幼虫: 初孵幼虫体长 4.97 ± 0.19 mm, 体色初为淡红色, 之后颜色逐渐加深。老熟幼虫化蛹前红色体色退去, 变为黄白色略带粉色。头部深褐色, 前盾片黄色, 每体节背线两侧有 1 对近方形的紫红色斑, 上生 1 根褐色刚毛, 体侧至气孔线之间分布不规则紫红色斑。腹面淡色, 胸足黄色, 5 对腹足, 腹足趾钩为单序全环式。

2.2.3 蛹: 深褐色, 被蛹, 蛹长 25.19 ± 4.93 mm, 宽 10.77 ± 2.18 mm。头、胸及翅芽黑褐色, 头部前面有 3 个小突起。腹部褐色, 背面具成排锯齿, 第 1~5 节, 每节上有 2 行齿, 前行齿粗大, 后行齿细小, 第 6~8 节, 每节有 1 列齿, 腹端齿突 1 对。

2.2.4 茧: 土褐色, 长 28.59 ± 5.49 mm, 最粗处直径 12.87 ± 2.23 mm, 由丝与沙土缀合而成, 长椭圆形, 中间略弯曲。靠近蛹头部的一端, 茧的厚度较薄, 方便成虫羽化而出, 靠近蛹尾部的茧较厚, 据此可以判断茧内蛹的位置。

2.2.5 成虫: 雄虫体长 21.55 ± 2.37 mm, 翅展 42.86 ± 5.34 mm。雌虫触角黄褐色, 线状, 扁平, 可达前翅前缘 2/3。下唇须较长, 黄褐色, 端部黑色钝圆, 沿复眼方向弯曲, 可达复眼 1/2。头顶毛丛、翅基片及胸前部灰褐色, 靠近翅基部有两条黑色毛丛, 呈“八”字形, 胸后部有前白后黑两条横带, 腹部浅灰褐色。前翅顶角钝圆, 前缘底黄褐色, 有一列小黑点, 臀前区中央微凹。前翅底黄褐色至灰褐色, 翅基暗褐色; 中室之后、2A 脉之前有一大的卵形白斑, 较为明显, 1A 脉从白斑中间穿过; 2A 脉之后暗褐色; 端半部的网状条纹极细, 端部翅脉间有数条暗色纵条纹; 缘毛短, 有黑褐色纹。后翅褐灰色, 基部黄褐色, 无条纹, 缘毛上黑褐色纹不明显。前翅反面暗灰色, 前缘的一列黑点明显, 端半部和缘毛的条纹隐约可见, 后翅反面无条纹。中足胫节 1 对距, 足后胫节 2 对距。

雌成虫个体比雄虫大, 体长 23.03 ± 3.92 mm, 翅展 48.35 ± 7.42 mm。腹部较粗, 圆筒形, 轻捏腹部末端, 有产卵管伸出。翅形和斑纹与雄虫相似, 但在飞行中鳞片易脱落, 卵形白斑及黑色翅脉不如雄虫清晰。

2.3 年生活史

据观察, 沙蒿木蠹蛾在宁夏 2 年发生 1 代, 以各龄幼虫在坑道里越冬。老熟幼虫于翌年 5 月中旬从受害油蒿根部钻出, 在周围的沙土中吐丝结茧、化蛹。蛹期 19.5 ± 3.5 d。成虫始见于 6 月初, 终见于 8 月末, 期间经历 3 个羽化高峰期, 分别是 6、7 和 8 月的上旬。卵初见于 6 月中旬, 初孵幼虫初见于 6 月下旬, 各龄幼虫于 10 月中旬开始越冬。其年生活史如表 1 所示。

2.4 生活习性

2.4.1 卵期: 幼虫孵化全天均可发生, 以下午居多。孵化时, 初孵幼虫先在卵壳咬一个孔, 然后从卵壳中爬出。卵期 13.5 ± 1.5 d, 孵化率 94% 以上。

表 1 沙蒿木蠹蛾的年生活史(宁夏盐池, 2008-2010)
Table 1 Life history of *Holcocerus artemisiae* (Yanchi, Ningxia, 2008-2010)

年份 Year	5月 May			6月 June			7月 July			8月 Aug.			9月 Sep.			10月 Oct.			11月-翌年4月 Nov. - next April
	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	
	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2008			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
2009	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(-)
	(-)	(-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(-)
2010			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
				●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(-)
																			(-)

●: 卵 Egg; -: 幼虫 Larva; ○: 蛹 Pupa; +: 成虫 Adult; (-): 越冬幼虫 Overwintering larva. E: 上旬 Early ten days in a month; M: 中旬 Middle ten days in a month; L: 下旬 Late ten days in a month.

2.4.2 幼虫期: 初孵幼虫刚开始聚集在一起, 蛀食韧皮部, 之后取食木质部, 并逐渐分散开。幼虫的蛀食坑道极不规则, 虫道内充满深褐色的木屑和虫粪。在根茎部幼虫的侵入孔外侧可以看到排出的虫粪, 由此可以判断寄主是否受害。雌虫集中产卵, 初孵幼虫个体小, 对于营养的需求较少, 有多头初孵幼虫聚集在同一株油蒿根茎处危害的现象。当幼虫发育到一定龄期, 寄主衰弱或者根部营养不足以维持其发育时, 幼虫从原寄主根部钻出, 在沙土中或者地表爬行, 找到合适的寄主后再钻蛀根部危害, 通常情况下一株油蒿的根部只有一头幼虫蛀食。

幼虫危害位置的统计结果如图 4 所示, 由于成虫产卵在沙蒿根茎处, 初孵幼虫主要集中在根部地表上 3 cm 到地表下 2 cm 之间, 占 92.0%, 地表 2 cm 以下危害较少。而非初孵幼虫危害范围较广, 在地表下 2 ~ 12 cm 均有分布, 主要集中在地表下 2 ~ 8 cm, 占 91.6%。

2.4.3 蛹期: 幼虫老熟后, 从根部钻出, 在沙土中结茧, 或者附着在根上, 部分茧和根部粘在一起。老熟幼虫在结茧初期还未化蛹, 用手轻轻捏茧, 感觉软。经过约一周, 老熟幼虫蜕皮发育成蛹, 茧变硬, 用手轻捏可以感觉到蛹的转动。

2.4.4 成虫期: 羽化: 成虫羽化前, 蛹使劲向上将茧顶破, 半露于地面, 停留 20 ~ 33 min 后, 成虫通过扭动虫体使蛹壳沿胸部背面中线裂开, 成虫由裂

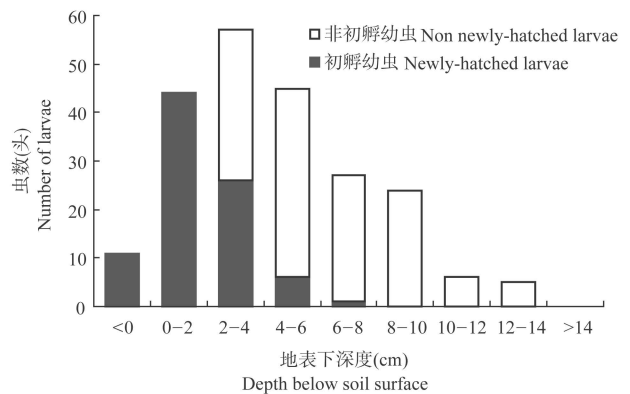


图 4 沙蒿木蠹蛾幼虫在茎和根部的分布(宁夏盐池, 2010)
Fig. 4 Distribution of *Holcocerus artemisiae* larvae in stems and roots of *Artemisia ordosica* (Yanchi, Ningxia, 2010)

口钻出, 在茧附近停下, 折叠的翅逐渐展开。4 ~ 5 min 后, 待翅完全展开, 成虫将前后翅直立并在一起, 并左右摇晃, 静止 5 ~ 6 min, 直到翅完全晾干才放下, 呈屋脊状。成虫羽化后通常伏在地面静伏不动, 若受到惊扰时飞离原处, 并从腹部喷出一股棕黄色的液体。成虫羽化在上、下午均有发生, 集中在 14:00 - 17:00, 个别在晚上羽化。上午羽化的多为雌虫, 下午雌雄均有。

2008-2009 年的灯诱结果如图 5 所示, 5 月末 6 月初成虫开始羽化, 且雄虫的羽化时间略早于雌虫 1 ~ 2 d。羽化初期, 雌雄比较小, 随着成虫羽化数量的增多, 雌雄比最高时达到 3.6:1, 出现在第

一个羽化高峰之后。由于沙蒿木蠹蛾成虫寿命短, 雄虫羽化时间早于雌虫, 确保雌虫在羽化后在最短时间内与雄虫交尾产卵。

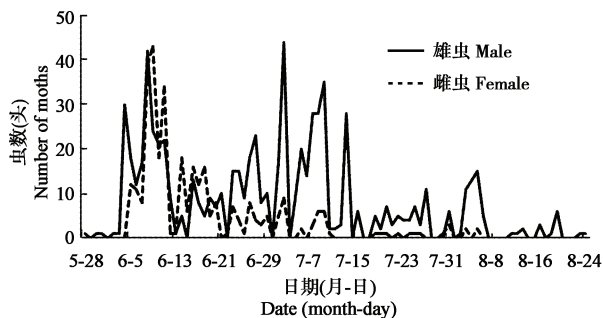


图5 沙蒿木蠹蛾雌雄成虫羽化时间及数量(宁夏盐池, 2010)

Fig. 5 Emergence date and number of *Holcocerus artemisiae* adults (Yanchi, Ningxia, 2010)

成虫活动: 成虫白天几乎不飞行, 伏在沙蒿主茎或者枝条的背光侧。翅的颜色与沙蒿枝条颜色接近, 很难发现。晚上活动时间 19:30 - 24:00, 主要在 20:00 - 22:00 之间, 占 95.5%, 22:00 之后很少。

交尾: 成虫在羽化当日即可交尾, 从 20:00 - 21:00 均有发生, 高峰期在 20:30 左右。19:30 左右, 雌虫开始从地面爬到沙蒿的根基部, 顺着主茎爬到枝条的末端, 附着不动, 约从 20:00 开始, 雌虫开始伸出产卵器进行召唤, 通过分泌性信息素引诱雄虫交配。雄虫如果感受到激素的刺激, 则会飞来交尾。如果雌虫未能交尾, 召唤行为可以持续到 22:00 左右。整个交尾过程从开始到结束, 历时 10 ~ 28 min。交尾时, 雌雄虫的腹部相接, 虫体呈一定角度的分离, 腹部不停地颤动, 交尾结束时停止颤动。交尾结束后, 雌虫沿着枝条爬下来或者直接掉到地上。雄虫有 2 次交尾的现象, 雌虫则没有。

产卵及寿命: 雌虫交尾结束后即可产卵, 或者在次日凌晨。通常雌虫将卵分批产在沙蒿根基部, 在同一株沙蒿上产卵位置有 1 ~ 3 处, 有时也将卵产在附近的几株沙蒿上。产卵时, 雌虫用产卵器在沙蒿根茎部的裂缝处或枝条的分叉处不停地敲打探测, 找到合适的位置后即可产卵, 每次产卵几粒到几十粒不等。雌虫在完成交尾、产卵后, 随即死亡。雄虫寿命 2 ~ 3 d, 平均 2.8 d, 雌虫寿命 1 ~ 3 d, 极少 4 d, 平均 2.1 d。在宁夏盐池, 雌雄比约为 1:2.16。

2.5 天敌

蜥蜴是荒漠草原上的优势种群, 一般用前爪将

沙蒿根部一侧的沙土挖开, 将沙蒿木蠹蛾幼虫挖出来取食。小蜂 (*Chalcidoidea*) 是沙蒿木蠹蛾幼虫期的一种外寄生天敌, 被寄生后虫体变软。数量极少, 寄生率约 5%。

3 讨论

3.1 沙蒿木蠹蛾的防治措施

沙蒿木蠹蛾生物学特性的研究对于掌握其发生发展规律, 制定有效的防治措施非常重要。首先, 幼虫主要钻蛀根部危害, 老熟后在周围的沙土中化蛹, 化学药剂难以接触到, 但可根据根茎部表面侵入孔的虫粪判断是否受害, 通过拔除受害植株或翻土破坏蛹等措施防治, 然而, 当沙蒿受害面积大且发生程度严重时, 该措施的防治效率较低。其次, 虽然已知的天敌种类较少且自然寄生率不高, 可以开展天敌人工繁育技术和寄生特性的研究, 实现本地天敌对本地害虫的自然控制。相比之下, 利用雌成虫对雄成虫强烈的性吸引力, 开发性信息素及相应的诱捕器, 在荒漠地区有着广阔的应用前景, 该方法具有专一性强、持效期长、操作简便等优势。此外, 利用成虫有强趋光性的特性, 通过黑光灯诱杀, 也具有较好的防治效果, 但为了避免在诱杀害虫的同时消灭了其他天敌, 以及由此导致的昆虫群落多样性的降低, 可以对比不同波段的黑光灯的诱集效果, 选择诱集沙蒿木蠹蛾成虫数量最多的一个波段, 提高诱杀的专一性。

3.2 几种木蠹蛾生物学特性的比较

近年来, 木蠹蛾类害虫在我国西北地区大面积暴发成灾, 除沙蒿木蠹蛾外, 还有沙棘木蠹蛾 *Holcocerus hippophaecolus* 和沙柳木蠹蛾 *H. arenicola*, 它们均以幼虫钻蛀沙棘 *Hippophae rhamnoides* 和沙柳 *Salix psammophila* 的根干部危害, 导致其大部分被蛀空, 甚至整株枯死, 给西北地区生态环境建设构成巨大威胁。研究表明: (1) 幼虫均具聚集危害习性, 沙棘木蠹蛾幼虫的株虫口密度在十几头甚至上百头 (宗世祥, 2006), 沙柳木蠹蛾的株虫口密度一般都在 30 ~ 50 头以上 (胡忠朗等, 1987), 沙蒿木蠹蛾初孵幼虫也具有明显的聚集危害特点。3 种寄主植物均有较强的根蘖能力, 可采取平茬的方法减少虫口密度, 同时促进植被复壮、更新。(2) 成虫的发生期相似, 始见于 5 月末 6 月初, 终见于 8 月末 9 月初, 期间经历 2 ~ 3 次高峰期 (胡忠朗等, 1987; 宗世祥, 2006)。利用成虫具有

较强趋光性的特点,可在成虫发生期进行黑光灯诱杀。该方法防治范围广,适合于荒漠地区大面积受害植被的害虫防治。(3)根据处女雌蛾对雄虫引诱能力较强的特性(胡忠朗等,1987;宗世祥,2006),人工合成了性诱剂(宗世祥等,2006;张金桐等,2009;荆小院等,2010),试验证明,性诱剂对成虫的诱捕效果较为理想,具有无污染、专一性强和防治范围广等特点。

钻蛀害虫危害隐蔽,一般防治方法难以起效。针对寄主植物的特点和害虫幼虫、成虫的发生特点,平茬、黑光灯诱捕以及性诱剂诱捕是可行性强,也是最有效的防治措施。

参 考 文 献 (References)

- Chen XD, 1989. A study of the distribution of cossids from Shaanxi Province and the biology of *Holococcus artemisiae* Chou et Hua. *Shaanxi Forest Science and Technology*, (4): 71-73. [陈孝达, 1989. 陕西木蠹蛾分布及沙蒿木蠹蛾生物学研究. 陕西林业科技, (4): 71-73]
- Gao ZN, 1987. Illustrated Agricultural Insects of Ningxia Province (Part III). China Agriculture Press, Beijing. 146-147. [高兆宁, 1987. 宁夏农业昆虫图志(第三册). 北京: 中国农业出版社. 146-147]
- Hu ZL, Chen XD, Yang PH, Wang ZX, Ji XZ, 1987. A study on the cossid *Holococcus arenicola* (Staudinger) in Shaanxi. *Acta Entomologica Sinica*, 30(3): 259-265. [胡忠朗, 陈孝达, 杨鹏辉, 王兆玺, 姬翔洲, 1987. 沙柳木蠹蛾的研究. 昆虫学报, 30(3): 259-265]
- Hua BZ, Zhou Y, Fang QD, Chen SL, 1990. The Cossid Fauna of China (Lepidoptera: Cossidae). Tianze Press, Beijing. 49-50. [花保祯, 周尧, 方德齐, 陈树良, 1990. 中国木蠹蛾志(鳞翅目: 木蠹蛾科). 北京: 天则出版社. 49-50]
- Jing XY, Zhang JT, Luo YQ, Zong SX, Liu PH, Jia JX, 2010. Synthesis and biological activity evaluation of sex attractant for *Holococcus arenicola* (Lepidoptera: Cossidae). *Scientia Silvae Sinicae*, 46(4): 87-92. [荆小院, 张金桐, 骆有庆, 宗世祥, 柳培华, 贾俊仙, 2010. 沙柳木蠹蛾性诱剂的化学合成与林间生物活性评价. 林业科学, 46(4): 87-92]
- Ma CD, 2003. Discussion on the control of seabuckthorn carpenter moth: *Holococcus hippophaecolus* in China. *Hippophae*, 16(2): 15-17. [马超德, 2003. 当前我国防治沙棘林木蠹蛾害虫的探讨. 沙棘, 16(2): 15-17]
- Rong YP, Peng JZ, Kang JJ, Bao GX, Ma HB, Cha ST, Liu SJ, Liu YS, He YX, 1999. Relationship between growth of roundhead wormwood sown by air and environment in Alashan desert area. *Grassland of China*, 4: 37-40. [荣元平, 彭加中, 康建军, 包根晓, 马海波, 查斯太, 刘尚军, 刘永生, 何玉秀, 1999. 阿拉善左旗飞播植物生长发育特性与环境间关系的研究——飞播沙蒿死亡与害虫的关系. 中国草地, 4: 37-40]
- Xu Z, 2004. Forage Handbook of China. Chemical Industry Press, Beijing. 330-331. [徐柱, 2004. 中国牧草手册. 北京: 化学工业出版社, 330-331]
- Yao YF, Yang Q, Guo HY, Li L, 2009. Survey of two *Artemisia* borers. *Inner Mongolia Forestry Investigation and Design*, 32(4): 103-104. [姚艳芳, 杨芹, 郭海岩, 李琳, 2009. 危害沙蒿的两种蛀干害虫调查. 内蒙古林业调查设计, 32(4): 103-104]
- Zhang JT, Jing XY, Luo YQ, Li ZW, Zong SX, Yang MH, 2009. The sex pheromone of the sand sagebrush carpenterworm, *Holococcus artemisiae* (Lepidoptera, Cossidae). *Z. Naturforsch*, 64c: 590-596.
- Zhang JT, Luo YQ, Zong SX, Li ZW, 2009. Analysis, synthesis and biological activities of sex attractant for *Holococcus artemisiae* (Lepidoptera: Cossidae). *Scientia Silvae Sinicae*, 45(9): 106-110. [张金桐, 骆有庆, 宗世祥, 李占文, 2009. 沙蒿木蠹蛾性诱剂的分析合成与生物活性. 林业科学, 45(9): 106-110]
- Zhang XS, 1994. Principles and optimal models for development of Maowusu sandy grassland. *Acta Phytoecologica Sinica*, 18(1): 1-16. [张新时, 1994. 毛乌素沙地的生态背景及其草地建设的原则与优化模式. 植物生态学报, 18(1): 1-16]
- Zhen CS, 1988a. A preliminary study on *Artemisia* borer. *Journal of Inner Mongolia Institute of Agriculture and Animal Husbandry*, 9(2): 74-81. [甄常生, 1988a. 沙蒿钻蛀性害虫的初步研究. 内蒙古农牧学院学报, 9(2): 74-81]
- Zhen CS, 1988b. A preliminary study on *Holococcus artemisiae*. *Journal of China Grassland*, (1): 40-42. [甄常生, 1988b. 沙蒿木蠹蛾的初步研究. 中国草地学报, (1): 40-42]
- Zong SX, 2006. Studies on the Bio-ecological Characteristics of Seabuckthorn Carpenter Moth: *Holococcus hippophaecolus* (Lepidoptera: Cossidae). PhD Dissertation, Beijing Forestry University, Beijing. [宗世祥, 2006. 沙棘木蠹蛾生物生态学特征的研究. 北京: 北京林业大学博士学位论文]
- Zong SX, Luo YQ, Xu ZC, Zhang JT, Cheng XF, Zhang LS, Liang SJ, Yao GL, 2006. Field trapping trials of sex pheromone for *Holococcus hippophaecolus* (Lepidoptera: Cossidae). *Journal of Beijing Forestry University*, 28(6): 109-112. [宗世祥, 骆有庆, 许志春, 张金桐, 成小芳, 张连生, 梁树军, 姚国龙, 2006. 沙棘木蠹蛾性信息素林间诱蛾活性试验. 北京林业大学学报, 28(6): 109-112]

(责任编辑: 袁德成)