榆木蠹蛾生物学特性观察*

杨美红 牛辉林[2] 张金桐[1**] 张 彪[2] 李月华[3]

(1. 山西农业大学化学生态研究所 太谷 030801;2. 宁夏哈巴湖国家级自然保护区管理局高沙窝管理站 高沙窝 751501; 3. 宁夏盐池县环境保护和林业局 盐池 751500)

摘 要 结合田间观察和室内试验,对榆木蠹蛾 *Holcocerus vicarius* Walker 的生物学特性进行了较为系统的研究。结果表明,榆木蠹蛾在宁夏 3 年发生 1 代,幼虫主要危害枝干和根颈部,幼虫在蛀道内越冬,5 月下旬老熟幼虫在被害树周围 5 ~10 cm 深的沙土内分散化蛹,蛹期(21 ±5) d。6 月初成虫开始出现,有 2 个羽化高峰,分别为 6 月中旬和 7 月下旬,成虫羽化当晚即可交尾,交尾当天或第 2 天产卵,每雌蛾产卵最多达 720 粒,卵期(17 ±5)d,孵化率为 72% ~88%。未交尾雌雄成虫寿命为 5 ~6 d,交尾后雌雄成虫寿命缩短为 3 ~5 d。初孵幼虫于 6 月中旬始见,10 月下旬幼虫开始越冬。幼虫孵化后,先危害韧皮部,常 10 多条聚集在一起,稍大一点即蛀入木质部。本研究为制定切实可行的榆木蠹蛾有效防治提供理论依据。

关键词 榆木蠹蛾, 蛹期, 羽化高峰, 生物学特性

Observations of the biological characteristics of *Holcocerus vicarius* Walker

YANG Mei-Hong[1] NIU Hui-Lin[2] ZHANG Jin-Tong[1**] ZHANG Biao[2] LI Yue-Hua[3]

(1. Institute of Chemical Ecology, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, China;
2. Gaoshawo Management Station of Ningxia Habahu National Nature Reserve, Gaoshawo 751501, China;
3. Bureau of Environmental Protection and Forestry of Yanchi County Ningxia, Yanchi 751500, China)

Abstract The biological characteristics of the carpenter moth, *Holcocerus vicarius* Walker were investigated by observation and experiment in the field and laboratory. The results show that *H. vicarius* adults had one generation in three years in Ningxia. The larvae cause damage primary to stems and roots, and overwinter in tunnels which were damaged by worms. The mature larvae pupate in sandy soil at a depth of 5 to 10 cm around damaged trees in late May. The pupal period is (21 ±5) d. Adults emerged on the first of June with two peaks of eclosion, the first in mid June and the second in late July. Mating activity started the 1st night after eclosion and oviposition occurred on the day of mating or the following after. Every female laid up to 720 eggs and the egg stage lasted (17 ±5) days. The hatch rate was 72% to 88%. The longevity of unmated adults was 5 –6 days whereas those that mated lived for 3 –5 d. Larvae hatched in mid June and overwintered in late October. The larvae damage the phloem first, then bore through the xylem. Groups of more than 10 larvae aggregate after hatching. These results provide both a practical and theoretical basis for the prevention and control of *H. vicarius*.

Key words *Holcocerus vicarius*, pupa period, peak of eclosion, biological characteristic

榆木蠹蛾 *Holcocerus vicarius* Walker 属于鳞翅目 Lepidoptera 木蠹蛾科 Cossidae,又名柳干木蠹蛾、柳乌蠹蛾、大褐木蠹蛾,在我国东北、华北、华东、华中、西北等地都有分布,俄罗斯、朝鲜、越南和日本等也有分布,是中国阔叶树木的重要蛀干害虫,主要危害白榆(*Ulmus pumila* L.),其次危害刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.),柳树(*Salix babylonica*),杨树(*Populus* spp.)(萧刚柔,1992)。

* 资助项目:国家自然科学基金项目(31070581)。

**通讯作者, E-mail: zhangjintong@126.com

收稿日期:2011-06-27,接受日期:2011-09-28

榆木蠹蛾是 2003 年国家林业局发布的“林业危险性有害生物名单”中的有害生物之一(国家林业局防止外来林业有害生物管理办公室,2003)。过去只在局部地区发生危害,由于持续干旱和气候的不正常变化,榆木蠹蛾的危害也日趋严重,对退耕还林和农田林网建设成果构成严重威胁(高同义等,2008);吉林省通榆县第二机械林场一营林区 31.56 hm^2 19 年生的白腊树曾因遭到此虫为害全部伐掉,被害株率达 98%,虫口密度高达每株 155 头(李冰等,2005)。

有关榆木蠹蛾的饲养(李宪臣等,1991)、生态学特性及综合防控(李冰等,2005;郝小燕等,2006;高同义等,2008)、性信息素产生和释放的时辰节律(杨美红等,2010)、性信息素通讯系统的超微结构(杨美红等,2011)等方面进行了研究。对于该虫生物学特性尚缺乏系统的研究报道。为了明确其生物学特性,有效地防控榆木蠹蛾,本研究以榆树为寄主植物,对榆木蠹蛾的生物学特性、生活习性等进行了系统研究,为制定切实可行的榆木蠹蛾有效防治方案提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 室内饲养

供试榆木蠹蛾老熟幼虫采自宁夏回族自治区盐池县机械化林场高沙窝分厂,带回室内饲养于装有潮湿细沙和寄主植物白榆新鲜树干的养虫笼(60 cm × 45 cm × 30 cm)中,室内光周期 L∶D = 14∶10,温度(26 ± 1)℃,相对湿度 65% ± 8%,直到老熟幼虫化蛹,待其羽化,观察记录蛹期、羽化日期及羽化高峰期,直到细沙中所有的蛹羽化完为止。试验重复 3 次,查蛹共计 950 个。羽化后将成虫置于纱笼(60 cm × 60 cm × 60 cm),以 10% 蜂蜜水饲喂,并放入白榆树干,记录未交尾雌雄成虫寿命,观察记录雌蛾产卵、遗腹卵及怀卵总量、卵的发育、孵化、卵期及交尾后雌雄虫寿命。

1.2 野外调查

野外观察在盐池县机械化林场高沙窝分厂同一片榆树林,定期观察,每个月调查 1 次,每次调查伐倒 3 ~ 5 株受害树,观察幼虫危害,记载各虫态的发育进度,并调查化蛹时间、成虫羽化时间、成虫产卵行为,5 月下旬—10 月中旬进行灯诱和性诱(用 2 日龄处女雌蛾和人工合成性诱剂进行性诱),设 3 个重复,观察成虫发生情况。

1.3 性诱剂的来源

性诱剂由山西农业大学化学生态研究所实验室合成,组分为顺-7-十四碳烯醇乙酸酯(Z7-14∶Ac)、反-3-十四碳烯醇乙酸酯(E3-14∶Ac)和顺-3-反-5-十四碳烯醇乙酸酯(Z3E5-14∶Ac)按 10∶4∶4 的比例配成 900 μg/个的性诱剂诱芯。

1.4 数据处理

采用 SPSS 13.0 统计软件对数据进行分析处理,雌蛾产卵量、遗腹卵、茧的测量、室内羽化数量、灯诱、性诱及处女蛾诱数量为平均值 ± 标准差,采用单因素方差分析(ANOVA),各处理的平均值采用 Duncan 多重比较法检验差异显著性。

2 结果与分析

2.1 榆木蠹蛾的生活史及习性

2.1.1 生活史 榆木蠹蛾在宁夏 3 年 1 代,主要在枝干和根颈部进行危害,以幼虫在蛀道内越冬,4 月上旬越冬幼虫开始活动取食,至 10 月中下旬幼虫入土结土质薄茧越冬。5 月下旬老熟幼虫在被害树周围 5 ~ 10 cm 深的沙土内分散化蛹。化蛹前,先自织一丝质茧,并在茧中度过预蛹期,而后再进入蛹期,进入预蛹期的幼虫颜色变浅(图 2∶A,左)。成虫在 6 月初—8 月上旬晚间活动。初孵幼虫于 6 月中旬始见,10 月下旬幼虫开始越冬;越冬后继续发育,再次越冬;第 3 年才发育到老熟幼虫,并于 5 月下旬开始分散化蛹,蛹多在被害树周围 5 ~ 10 cm 深的土壤中。该虫有世代重叠现象,其生活史见图 1。

2.1.2 榆木蠹蛾的生活习性 榆木蠹蛾成虫有传递性信息素和趋光习性,处女雌蛾可以招引雄性成虫前来交配产卵,人工合成的性诱剂具有很强的引诱活性(图 2∶B);成虫对黑光灯比较敏感,尤其在下雨前夜,灯诱效果很好。晚 21∶00 至 0∶00,灯诱和人工合成性诱剂数量都及显著多于其它时间段($P < 0.01$),处女雌蛾诱蛾数量也为晚 21∶00 至 0∶00 显著多于其它时间段($P < 0.05$)。2010 年 6 月 22 日在盐池县机械化林场高沙窝分厂的诱蛾结果见表 1。

图 1　榆木蠹蛾生活史(宁夏,2008 — 2010)

Fig. 1　Life history of *Holcocerus vicarius* (Ningxia Province,2008 — 2010)

年份 Year	4月Apr.			5月May			6月June			7月July			8月Aug.			9月Sep.			10月Oct.			11月-3月Nov.-Mar.		
	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L	F	M	L
2008	(—)	(—)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○									
							+	+	+	+	+	+	+	+										
							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●								
								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(—)	(—)	(—)	(—)
2009	(—)	(—)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(—)	(—)	(—)	(—)
2010	(—)	(—)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
						○	○	○	○	○	○	○	○	○	○									
							+	+	+	+	+	+	+	+										
							●	●	●	●	●	●	●	●	●	●								
								—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(—)	(—)	(—)	(—)

注:○:蛹 pupa; +: 成虫 moth; ●:卵 egg; —:幼虫 larvae;(—):越冬幼虫 overwintering larvae. F: 上旬 the first ten days of a month; M: 中旬 the middle ten days of a month; L: 下旬 the last ten days of a month.

表 1　灯诱和性诱结果

Table 1　The results of light attractant and sex attractant

时间 Time	19:00—20:00	20:01—21:00	21:01—22:00	22:01—23:00	23:01—0:00	0:01—1:00	1:01—2:00
灯诱数量 Number of light attractant	0Bd	2.3 ± 0.2Bc	11.2 ± 2.1Aa	11.8 ± 1.6Aa	10.6 ± 1.1Aa	4.3 ± 1.4Bb	0.7 ± 0.1Cd
性诱数量 Number of sex attractant	0Bd	3.3 ± 0.9Bc	18.3 ± 3.2Aa	23.5 ± 3.4Aa	20.4 ± 1.7Aa	6.7 ± 1.1Bb	1.0 ± 0.6Cd
2 日龄处女雌蛾诱蛾数量 Number of male moths by virgin female of 2-day-old	0c	1.3 ± 0.3b	3.1 ± 0.9a	4.2 ± 0.6a	3.0 ± 0.5a	1.0 ± 0.4b	0c

注:表中数据为平均值 ± 标准差。同行数据后标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$);不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$)。

The data in the table are mean ± SD, and followed by different small letters in the same raw indicate significantly different at 0.05 level, followed by different capital letters indicate extramely significantly different at 0.01 level.

2.2　生物学特性

2.2.1　化蛹、羽化和性比　林间调查发现,老龄幼虫在越冬后入土做丝质土茧并在其中化蛹,蛹期(21 ± 5)d。通过对林间采集的 92 个茧进行测量,其长度为(5.02 ± 1.24)cm,最粗处直径为(1.86 ± 0.64)cm,长度大于 5.52 cm,同时直径大于 1.80 cm 的茧羽化后有 98% 为雌蛾。室内饲养发现 6 月初成虫开始羽化,6 月中旬为第 1 个羽化高峰,第 2 个羽化高峰出现在 7 月下旬,8 月上旬只有零星羽化(图 3),羽化初期和结束时雄蛾羽

图 2 榆木蠹蛾生物学特性、危害及性诱结果观察

Fig. 2 Biological characteristic, damage and result of sex acctrant test observations on *Holcocerus vicarius*

A. 榆木蠹蛾幼虫 larvae of *H. vicarius*; B. 人工合成的性诱剂诱蛾试验 the field trapping of *H. vicarius* by synthetic lure; C. 榆木蠹蛾对榆树的危害状 the damage of *H. vicarius*; E. 榆木蠹蛾交尾 copulation of *H. vicarius*; D. 榆木蠹蛾召唤状 the calling

化量大于雌蛾,羽化高峰时雌蛾羽化量大于雄蛾。羽化前,由于蛹在茧内的运动使得茧几乎垂直于地面,蛹不断收缩腹部使得虫茧破开一口子,成虫头部先出蛹壳,然后从蛹壳中爬出,将蛹壳留在出口处,有时全部带出虫茧,刚羽化的成虫双翅潮湿且折叠,翅面呈皱缩状,随后翅慢慢展开变大,10~30 min 后双翅合拢成屋脊状立于背上,再经过 5~10 min 后将翅水平放下,双翅将整个腹部覆盖,羽化完成。林间调查发现刚羽化的成虫多静伏于草丛或树的基部,天黑(20:30)后开始飞翔,室内

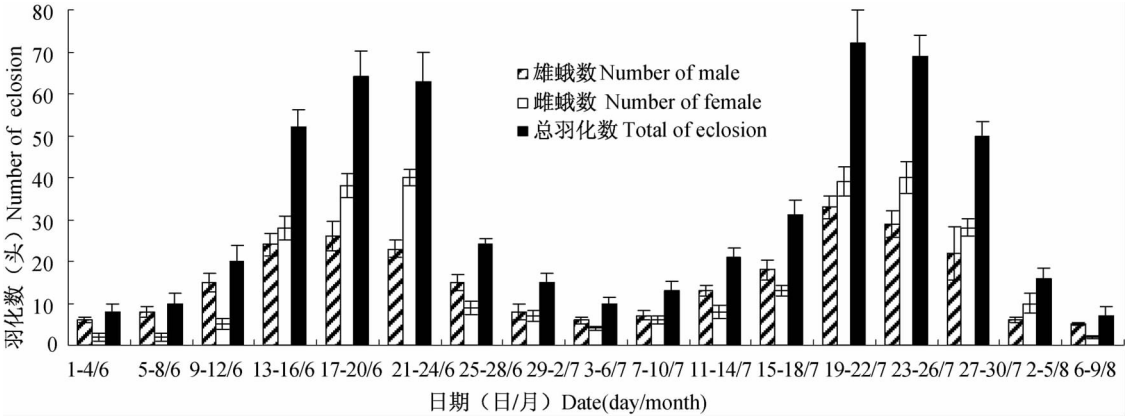

图 3　榆木蠹蛾室内羽化观察

Fig. 3　Observation of eclosion of *Holcocerus vicarius* in laboratory

可见刚羽化的成虫多落在纱网上不动。室内饲养结果为雌雄成虫比为 1.06∶1(n =950),接近 1∶1。

2.2.2　交尾、产卵及寿命　室内观察发现成虫羽化当晚即进行召唤(图 2:D),少数即可交尾,2、3 日龄雌蛾具有最强的交尾能力,交尾时间最长可持续 60 min,最短 15 min,交尾时雌、雄蛾多数呈“一”字形(图 2:E),有的为“人”字形(图 2:F),交尾当天或第 2 天开始产卵,产卵主要集中在晚上 23:00 以后到凌晨 4:00、5:00,凌晨 1:00—4:00 产卵最多,占全部产卵量的75.36%,上午也偶有产卵现象(图 4)。雌蛾产卵时在养虫笼中不断爬行,并用产卵器寻找缝隙,实验室饲养的多将卵产于纱笼的木头棱之间,且为分片产卵,每 1 卵块中卵粒数量为 25 ~234 粒,雌虫最高产卵量可达 720 粒,最低产卵量为 105 粒(n =36),遗腹卵最多 96 粒,最少 78 粒(表 2)。野外调查发现雌蛾将卵产在树皮裂缝处,也是分堆或分片产卵。室内饲养结果为,未交尾雌雄成虫寿命为 5 ~6 d(n =12),交尾后雌雄成虫寿命缩短,为 3 ~5 d,雌蛾产卵后 4 ~10 h 死亡,雄蛾交尾后 1 ~2 d 死亡(n =36)。

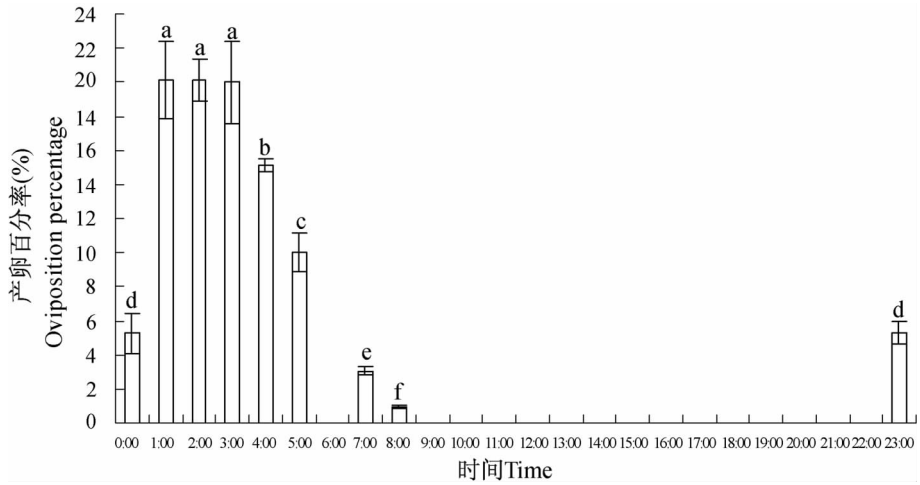

图 4　榆木蠹蛾日内不同时间产卵情况

Fig. 4　Oviposition percentage of *Holcocerus vicarius* at different hours in a day

柱子上端标注不同小写字母表示差异显著(P <0.05)。

Histograms with different small letters indicate significantly different (P <0.05).

表 2 榆木蠹平均每雌蛾产卵及遗腹卵数量

Table 2 The ovipositied eggs and unlaid eggs of each female *Holcocerus vicarius*

产卵日期(日/月) Date of oviposition (day/month)	18/6	21/6	24/6	27/6	30/6	2/7	5/7	8/7	11/7	14/7
产卵量 Eggs	632.7 ± 13.2	522.4 ± 2.0	678.6 ± 4.4	710.2 ± 3.7	469.6 ± 12.8	105.3 ± 1.3	562.8 ± 1.5	364.6 ± 3.2	720.2 ± 3.3	332.3 ± 24.1
遗腹卵 Unlaid eggs	86.7 ± 1.3	93.5 ± 1.8	85.5 ± 0.5	87.6 ± 0.8	94.4 ± 1.3	96.3 ± 1.2	79.6 ± 1.0	92.8 ± 2.3	80.7 ± 1.4	78.4 ± 2.1

2.2.3 幼虫发育及取食习性 室内发现卵期为(17 ±5) d(n =36),幼虫在卵壳内发育完成后,初孵幼虫先在卵壳咬一不整齐的圆孔,然后头部钻出,最后全身爬出,卵的孵化昼夜均可见,初孵化幼虫多群集取食蛹壳及树皮,小幼虫常常 10 多头聚集在一起,林间发现幼虫起初由伤口及树皮裂缝侵入韧皮部及边材危害,稍大一点即蛀入木质部进行危害,并于当年入冬前转移至树干基部和根部进行危害(图 2:C),10 月中下旬绝大部分幼虫在根颈韧皮部或老虫道内越冬,少数幼虫在枝干上越冬。

3 讨论

本试验发现榆木蠹蛾在宁夏 3 年 1 代,与高同义等(2008)认为榆木蠹蛾在宁夏 2 ~3 年 1 代的研究结果相似,方德齐等(1983)认为榆木蠹蛾在山东 2 年 1 代,少数为 1 年 1 代,这可能因为宁夏是沙区,昼夜温差大,而山东靠海,昼夜温差小的原因。成虫于 6 月上旬至 8 月上旬晚间活动,羽化当晚即进行召唤,少数即可交尾,2、3 日龄雌蛾具有最强的交尾能力,交尾时雌、雄蛾多数呈“一”字形,有的为“人”字形,为分片产卵,未交尾雌雄成虫寿命为 5 ~6 d,交尾后雌雄成虫寿命缩短,与李冰等(2005)和郝小燕等(2006)的研究结果一致。榆木蠹蛾成虫出现 2 个羽化高峰,与上一代成虫产卵有 2 个高峰直接相关,是否与该幼虫发育过程经历 2 个冬季,期间取食条件等存在差异,老熟幼虫化蛹及羽化历期存在差异等有关还需要进一步研究。

榆木蠹蛾系阔叶树重要蛀干害虫,对“三北”地区防护林建设及城镇绿化威胁很大,不少地区已成灾,幼虫在林木中钻蛀大虫道,严重影响木材质量,常造成树木风折及死亡(陈孝达,1989),在吉林、内蒙、宁夏等地已经造成严重危害(李冰等,2005;郝小燕等,2005;高同义等,2008)。鉴于榆木蠹蛾的发展态势,当前急需将该虫种群数量控制下来。由于幼虫期长,主要在主干下部及根颈部进行危害,很难在幼虫期进行防治,了解榆木蠹蛾的生物学特性,掌握其发生发展规律,对制定有效的防治措施非常重要。本研究首次利用性诱剂对榆木蠹蛾成虫进行了林间诱蛾试验,使用性诱剂进行雄蛾的诱杀,使自然界中羽化的雌虫不能交配产卵,不能够产生下一代,从而逐步达到控制其危害的目的等。

参考文献(References)

陈孝达,1989. 陕西木蠹蛾分布及沙蒿木蠹蛾生物学特性研究. 陕西林业科技,(4):71—73.

方德齐,陈树良,蒋三登,1983. 两种木蠹蛾防治试验初报. 山东林业科技,(1):50—56.

高同义,孙普,郎杏茹,2008. 榆树木蠹蛾生态学特性及综合防控技术研究. 宁夏农林科技,(5):19—20.

国家林业局防止外来林业有害生物管理办公室,2003. 林业危险性有害生物名单. http://www.forestry.gov.cn,2003—4—15

郝小燕,石爱霞,张剑峰,2006. 木蠹蛾生物学特性及防治. 内蒙古农业科技,(5):55—56.

李冰,钟利军,张秀梅,2005. 柳乌蠹蛾的生物学特性及防治. 吉林林业科技,34(2):24—25.

李宪臣,冯健民,刘焕秀,1991. 人工半合成饲料饲养木蠹蛾幼虫试验. 山东林业科技,(3):56—59.

萧刚柔,1992. 中国森林昆虫. 北京:中国林业出版社. 765.

杨美红, 张金桐, 范丽华, 刘红霞, 骆有庆, 宗世祥, 曹川健, 2011. 榆木蠹蛾性信息素通讯系统的超微结构观察. 昆虫学报,54(5):522—530.

杨美红, 张金桐, 刘金龙, 荆小院, 骆有庆, 宗世祥, 曹川健, 李月华, 2010. 榆木蠹蛾成虫生殖行为及性信息素产生与释放节律. 昆虫学报,53(11):1273—1280.