

中华甲虫蒲螨对寄主的选择性初探^{*}

胡 帅^{**} 周英梅 苓建强 温俊宝^{***}

(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 中华甲虫蒲螨 *Pyemotes zhonghuaia* Yu, Zhang & He 是我国近年来发现的一种寄生性天敌,对吉丁、天牛、小蠹等林木钻蛀性害虫控制效果显著。为了解中华甲虫蒲螨对不同寄主的选择性,室内利用自制的六臂架,选取双条杉天牛 *Semanotus bifasciatus* (Motschulsky) 和沙蒿大粒象 *Adosomus* sp. 幼虫为对象,比较其对寄主种类和龄期的选择性。结果显示,对于双条杉天牛不同龄期的幼虫,中华甲虫蒲螨对 1 龄幼虫有明显的趋性,8 h 时选择 1 龄幼虫的蒲螨数量显著地高于 3 龄幼虫,之后 (12~24 h) 选择 2、3 龄幼虫寄生的中华甲虫蒲螨才逐渐增多。中华甲虫蒲螨对双条杉天牛和沙蒿大粒象的 2 龄幼虫随着时间推移也表现出不同的选择性,中华甲虫蒲螨接入六臂架内 8~12 h 对双条杉天牛表现出明显的偏好,差异显著;24~36 h 逐渐倾向于沙蒿大粒象,第 48 小时选择沙蒿大粒象的蒲螨数量显著地高于双条杉天牛。上述结果说明,中华甲虫蒲螨对不同寄主和同一寄主不同龄期的幼虫有明显选择性,并且在不同时间段选择差异会有显著变化,倾向于选择龄期较低、表皮硬度低、活动能力低的幼虫。

关键词 中华甲虫蒲螨, 双条杉天牛, 沙蒿大粒象, 寄主选择, 龄期

Preliminary study on host selection of *Pyemotes zhonghuaia*

HU Shuai^{**} ZHOU Ying-Mei LING Jian-Qiang WEN Jun-Bao^{***}

(Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract *Pyemotes zhonghuaia* Yu, Zhang & He is one of several species of recently discovered natural parasites which have been broadly applied in biological control of forest wood borers in China, such as Buprestidae, Cerambycidae and Scolytidae. In order to determine the host preference of *P. zhonghuaia*, experiments were conducted indoors using a specially constructed six-armed frame. Two species of pest larvae, *Semanotus bifasciatus* (Motschulsky) and *Adosomus* sp. were used to assess host species and host instar selection by the parasite. It was found that female adult mites displayed significant orientation towards first instar larvae of *S. bifasciatus*. Within 8 h, the number of female adult mites choosing 1st instar larvae was significantly higher than those choosing 3rd instar larvae. After 12–24 h, the number of female adult mites choosing 2nd and 3rd instar larvae increased. Differential selection of 2nd instar larvae of the two host species was also observed. The mites showed a significant preference for *S. bifasciatus* over *Adosomus* sp. during an 8~12 hour period in the six-armed frame. After 24–36 h the mites inclined towards the larvae of *Adosomus* sp., showing a significant difference at 48 h. It is concluded that *P. zhonghuaia* shows obvious selective preferences for host species, as well as for specific instars of that host, but that these differences change significantly with time. The mite prefers early instar larvae when their skins are soft and hosts which display low activity.

Key words *Pyemotes zhonghuaia*, *Semanotus bifasciatus*, *Adosomus* sp., host selectivity, instar

中华甲虫蒲螨 *Pyemotes zhonghuaia* Yu, Zhang & He 是从多种蛀干甲虫体上发现的在我国广泛分布的优势蒲螨新种 (Yu *et al.*, 2010), 属蛛形纲 (Arachnoidea) 真螨目 (Acariformes) 蒲螨科

^{*} 资助项目:北京市自然科学基金项目(6122024);国际科技合作项目(2009DFA92900);北京市教委科研基地共建项目;教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET-10-0224)。

^{**} E-mail: hushuai0902@163.com

^{***} 通讯作者, E-mail: wenjb@bjfu.edu.cn

收稿日期:2012-03-23, 接受日期:2012-06-09

(Pyemotidae) 蒲螨属 (*Pyemotes*) 的球腹蒲螨群 (*Ventricosus* group), 为昆虫外寄生螨, 是小蠹、天牛、长蠹、吉丁、象甲等钻蛀性害虫的强力生物制约因子 (贺丽敏等, 2011), 是一种重要的生防资源。国内外对于蒲螨的研究主要集中在蒲螨的生物学、生态及应用等方面 (Moser and Cross, 1971; Hoschele and Anigosh, 1993; 于丽辰等, 1997; Akşit *et al.*, 2007; 韩继成等, 2008; 刘静等, 2008; 贺丽敏等, 2009; 周英梅等, 2010; 潘志华和周刚, 2011)。目前对中华甲虫蒲螨的寄主范围了解有限, 研究其对寄主的选择性偏好, 将有助于推测其寄主谱。本文利用自制六臂架, 测试了中华甲虫蒲螨对同一寄主不同龄期 and 不同寄主的选择 (Yu and Liang, 1996)。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫来源与饲养

中华甲虫蒲螨: 由河北省农林科学院昌黎果树研究所提供。置于 2.0 cm、长 10.0 cm 的玻璃管内, 在 $(27 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $51\% \pm 5\%$ RH 的生化培养箱中, 用双条杉天牛幼虫供其寄生繁育。每管产出约 10 000 头蒲螨幼体。

双条杉天牛幼虫: 成虫采集于北京林业大学森保研究室的接虫侧柏木段。雌雄比 1:1 置于饲料盒中交配产卵。收集卵粒置于 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $51\% \pm 5\%$ RH 的生化培养箱, 用新鲜侧柏木屑饲养, 观察蜕皮情况, 分别得到 1 龄、2 龄、3 龄幼虫, 长度分别为 3.5 ~ 4 mm、6 ~ 6.8 mm、8.5 ~ 9.3 mm。双条杉天牛饲养盒: 直径 15 cm, 高 5 cm, 在盒周围钻直径 2 ~ 3 mm 小孔。

沙蒿大粒象幼虫: 取自宁夏盐池县高沙窝受害沙蒿根部。选取头壳横轴、纵轴长度为 1.9 ~ 2.3 mm、1.9 ~ 2.4 mm 的沙蒿大粒象幼虫为供试昆虫 (王建伟, 2011), 室内将幼虫与受害根部一并放于 $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $(51 \pm 5)\%$ RH 的生化培养箱中保存待用。

1.2 试验器材

六臂架: 仿四臂架 (丁红建等, 1996) 订制, 规格为中间区域直径 2.7 cm, 臂架直径 0.5 cm, 两臂架之间夹角 60° , 各个臂架长 3.5 cm, 保证各个臂端环境相对一致, 中心区域上部用磨砂玻璃盖密封 (图 1)。

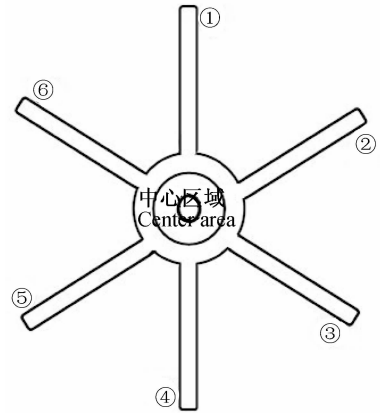


图 1 六臂架 (俯视)

Fig. 1 Six-arms frame (top view)

1.3 试验及观察方法

1.3.1 蒲螨对双条杉天牛不同龄期幼虫选择

对六臂架的各个臂端进行顺时针编号 (1 ~ 6 号), 如图 1。将 1 龄、2 龄和 3 龄的双条杉天牛幼虫分别置于六臂架的 1 号、3 号、5 号臂端处 (每臂一头幼虫), 2 号、4 号、6 号设置为 3 个空白对照, 用黑色不透光包装纸将六臂架包严。在解剖镜下, 用解剖针小心取出 90 头新产出的雌成螨接于六臂架中心接螨区 (直径 2.0 cm), 使其自由扩散。将六臂架放置于 $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ 、 $(51 \pm 5)\%$ RH 的生化培养箱中, 接螨后, 4、8、12、24、36、48 h 各观察一次。记录管壁内幼虫体上固定取食蒲螨个数, 若蒲螨不在虫体上固定取食则视为未对寄主进行选择, 空白对照组则记录距离臂端 1.0 cm 内爬行蒲螨数。试验同时使用 4 个六臂架, 即重复 4 次。

1.3.2 蒲螨对不同寄主 2 龄幼虫选择 挑选双条杉天牛 2 龄幼虫置于六臂架的 1 号和 4 号臂, 沙蒿大粒象 2 龄幼虫置于 2 号和 5 号臂, 每臂端放置幼虫 1 头, 3 号、6 号臂设置为空白对照, 用黑色不透光包装纸将臂端包严。其它操作步骤同 1.3.1。

1.4 数据统计分析

记录各个时间点处理组与空白对照组新增加蒲螨数。试验数据采用 SPSS 18.0 统计分析软件进行处理。用 LSD 多重比较法检验各处理的差异显著性, 显著性检验水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 中华甲虫蒲螨在六臂架搜寻寄主过程

蒲螨进入六臂架后, 自由扩散, 4 h 内对六臂

架 6 个方向并没有明显的选择性,中心区域及臂架处大部分成螨快速爬行,一段时间后中心区域蒲螨逐渐向 6 个方向有选择地爬行,即对寄主进行搜索。蒲螨爬到寄主虫体上用前足不断试探,寻找叮咬部位,叮刺在寄主的节间膜上向其注入毒素,在这个过程中,不断有螨爬上虫体叮咬、转移,寄主翻动并且麻醉程度不断加深。经过约 24 h,蒲螨开始固定取食,腹部末端开始膨大,初期还可以爬行,后期则无法移动,只能用足抓住寄主,一旦脱落便无法继续寄生。此外沙蒿大粒象幼虫受到蒲螨叮咬时虫体会发生剧烈抖动,短时间蒲螨难以爬上虫体。

2.2 中华甲虫蒲螨对双条杉天牛不同龄期幼虫的选择

从图 2 可以看出,中华甲虫蒲螨接入到六臂架中心区域后,刚开始扩散的蒲螨只有极少数能够取食寄主,接入架内 4 h 至 24 h 时,越来越多的蒲螨爬至装有幼虫的臂端,24 h 时各个龄期幼虫虫体上固定取食蒲螨总量达到最多,出现选择高峰,此时幼虫基本已被毒素麻痹,失去反抗能力。24 ~ 48 h,爬上虫体并固定取食的蒲螨数量逐渐下降,之后(48 h)1 龄和 2 龄幼虫体上取食蒲螨数降至最低,选择高峰已经过去,多数蒲螨已经开始固

定取食,爬上虫体开始取食的蒲螨数量减少。
48 h 时爬上 3 龄幼虫体上取食的蒲螨数量多于 36 h 时,从这一异常现象可以看出,较 1 龄 2 龄幼虫而言,出现在 3 龄幼虫上的选择高峰并不十分明显。这是因为高龄期幼虫已具备较强的反抗能力,24 ~ 36 h 才逐渐被毒素麻痹,至 48 h 时,一些刚开始未能成功寄生的蒲螨得以爬上虫体开始固定取食。

对每个时间点不同处理间的情况进行比较,接入中华甲虫蒲螨至 4 h 时,蒲螨对各龄期幼虫选择与对照组比均无显著差异($P > 0.05$),随着时间的变化,蒲螨对双条杉天牛幼虫不同龄期的选择性差异逐渐显现。接入蒲螨 4 ~ 8 h 时,选择 1 龄幼虫的蒲螨头数明显多于其他龄期幼虫,到 8 h 与 3 龄幼虫差异达到显著($P < 0.05$);12 ~ 36 h,选择 2 龄幼虫的蒲螨数量开始多于 1 龄和 3 龄幼虫,但差异均不显著;蒲螨对 3 龄幼虫的选择性则从接入后至 12 h,一直低于 1 龄和 2 龄幼虫,24 ~ 36 h,选择 3 龄幼虫的蒲螨数虽然低于 2 龄幼虫但略高于 1 龄幼虫,至 48 h 时已高于 1、2 龄期幼虫。值得注意的是,在 4 h 和 8 h 对空白组的选择数量均高于 3 龄组,推测原因为 3 龄期幼虫较低龄期幼虫反抗能力更强,虫体剧烈翻动使蒲螨难以刺吸成功。

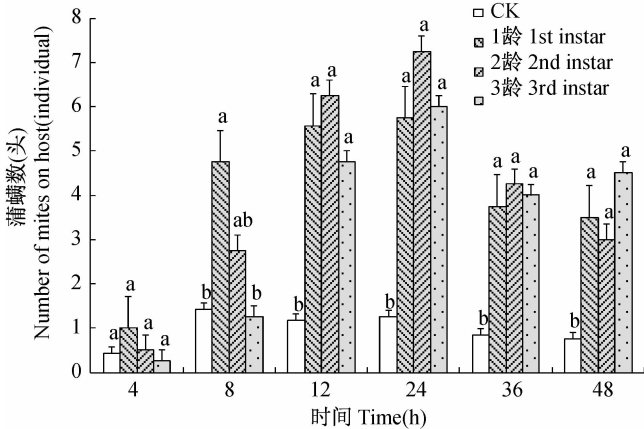


图 2 蒲螨对双条杉天牛不同龄期幼虫选择性比较

Fig. 2 Comparison selectivity of *Pyemotes zhonghuajia* to different instars of *Semanotus bifasciatus*

注:不同小写字母表示同一时间各处理差异显著 (LSD, $P < 0.05$)。

Histograms with different letters indicate significant difference of different instars at the same time in all treatments at 0.05 level (LSD).

2.3 中华甲虫蒲螨对不同寄主 2 龄幼虫的选择
由表 1 可以看出,对于双条杉天牛来说,虫体

上固定取食的蒲螨数量在观察时间内呈先增多后减少的趋势。接入蒲螨后 4 h 至 12 h 时,双条杉

天牛虫体上的取食蒲螨数量逐渐增多,12 h 时增至最高值(5.75 ± 0.854)头;随后取食双条杉天牛的蒲螨数量开始下降,接入蒲螨 24、36、48 h 时分别为 12 h 时的 0.86、0.65 和 0.61 倍。就沙蒿大粒象而言,蒲螨接入后爬上其虫体并固定取食的蒲螨数量呈缓慢上升趋势,48 h 时增至 5.25 头。接入蒲螨初期,固定取食沙蒿大粒象的蒲螨数量比对照组低,在第 4 小时,处理组蒲螨数量是(0.250 ± 0.250)头,而对照组蒲螨数量为(0.500 ± 0.289)头,分析可能是因为沙蒿大粒象幼虫活动力较强,蒲螨叮咬导致虫体剧烈翻动,蒲螨短时间内很难爬上虫体。

中华甲虫蒲螨在寻觅、选择双条杉天牛和沙蒿大粒象的 2 龄幼虫时,在不同时间表现出明显

的种类偏好,并且这种选择性差异随时间变化。中华甲虫蒲螨接入六臂架后 4 h 时选择双条杉天牛取食的蒲螨数量高于沙蒿大粒象($P > 0.05$);8 ~ 12 h,固定取食双条杉天牛幼虫的蒲螨数量(分别是(3.750 ± 0.479)头、(5.750 ± 0.854)头)显著高于沙蒿大粒象(分别是(1.500 ± 0.289)头、(2.250 ± 0.250)头);24 ~ 36 h,蒲螨对这两种寄主昆虫的选择差异逐渐减小,接入蒲螨 36 h 时,在沙蒿大粒象虫体上固定取食的蒲螨数量多于双条杉天牛($P > 0.05$);之后(48 h),沙蒿大粒象和双条杉天牛幼虫体上固定取食蒲螨数量分别为(3.500 ± 0.289)头和(5.250 ± 0.250)头,差异显著($P < 0.05$)。

表 1 中华甲虫蒲螨对双条杉天牛和沙蒿大粒象不同寄主 2 龄幼虫选择性比较
Table 1 Comparison of selectivity of *Pyemotes zhonghuajia* on the the second instar larvae of *Semanotus bifasciatus* and *Adosomus* sp.

时间(h) Time(h)	蒲螨成螨数量(头)Number of mites on host (individual)		
	CK	双条杉天牛 2 龄幼虫 2nd instar larvae of <i>S. bifasciatus</i>	沙蒿大粒象 2 龄幼虫 2nd instar larvae of <i>Adosomus</i> sp.
4	0.500 ± 0.289 a	0.750 ± 0.250 a	0.250 ± 0.250 a
8	0.500 ± 0.289 c	3.750 ± 0.479 a	1.500 ± 0.289 b
12	1.000 ± 0.408 c	5.750 ± 0.854 a	2.250 ± 0.250 b
24	0.750 ± 0.250 b	5.000 ± 0.408 a	4.000 ± 0.408 a
36	0.500 ± 0.289 b	3.750 ± 0.250 a	4.500 ± 0.645 a
48	0.250 ± 0.250 c	3.500 ± 0.289 b	5.250 ± 0.250 a

注:表内数据为平均数 ± 标准误,同行数据后标有不同小写字母表示经 LSD 多重比较差异显著(LSD, $P < 0.05$)。
Data are mean ± SD, and followed by different letters in the same row indicate significant difference at 0.05 level (LSD test).

3 结论与讨论

寄主的龄期是决定中华甲虫蒲螨寄主适合性的重要因素之一。丁德成等(1994)发现寄生蜂对寄主的龄期有选择现象,因为决定寄主品质的重要特征(体型大小、生理反应、行为等)通常依寄主龄期的变化而变化(Mackauer *et al.*, 1996)。中华甲虫蒲螨虽然可以寄生所有龄期双条杉天牛幼虫,但对幼虫龄期存在显著偏好,相对于双条杉天牛 2 龄和 3 龄幼虫来说,成螨在开始寻觅寄主时更倾向于 1 龄幼虫。这与刘静等(2008)发现蒲螨喜好椰心叶甲 *Brontispa langissima* (Gestro) 高龄幼虫的研究结果不一致。对于双条杉天牛幼虫,接

入蒲螨 8 h 时成螨倾向于选择 1 龄幼虫,表现出明显的偏好性,这是因为 1 龄幼虫体壁较薄,成螨口针容易刺入表皮层,穿过底膜,吸食血淋巴,说明寄主体壁的厚度与蒲螨对其选择性密切相关。这与于丽辰等(1997)野外采集蒲螨及筛选替代寄主的研究结论一致:中华甲虫蒲螨易于寄生表皮较薄的鞘翅目昆虫的低龄幼虫和初蛹。

中华甲虫蒲螨对寄主种类也存在一定的选择性差异。在中华甲虫蒲螨对寄主种类的选择试验中,发现刚开始蒲螨对双条杉天牛幼虫表现出极强的选择性。这是因为沙蒿大粒象幼虫受到蒲螨口器刺吸时虫体会剧烈扭动,表明中华甲虫蒲螨对活动能力强的寄主很难寄生成功。这一结果同

程惠珍等(1989)发现减弱寄主的活动能力,避免寄主扭动、翻滚等因素对管氏肿腿蜂 *Scleroderma guani* Xiao et Wu 造成机械损伤,从而缩短麻痹寄主的时间、提高寄生率的结果一致。寄生率的高低与寄主活动能力有着不可分割的联系(Richerson, 1972; 侯照远和严福顺, 1997; Giron et al., 2002),因此,如果寄主的活动能力较低,中华甲虫蒲螨就能在消耗最少体力的情况对寄主麻痹成功,从而进行取食、膨腹、繁殖后代。

本研究以蒲螨成螨寻找选择寄主为切入点,借鉴行为学研究方法(尚玉昌, 2005),以四臂嗅觉实验(Ranjith, 2007)为基础,结合蒲螨个体微小的特点,首次改进、使用小型昆虫(节肢动物)行为观测仪——六臂架对蒲螨选择行为进行观测,研究主要集中在蒲螨对寄主个体选择差异。较四臂架而言,六臂架增加了选择性试验的处理组数量,使得处理组和对照组的设计恰到好处,为其它微型昆虫寄主选择性试验提供了参考。

试验发现寄主龄期和寄主活动能力影响中华甲虫蒲螨对寄主的选择,为进一步拓展中华甲虫蒲螨的寄主谱以及野放释放时机等提供了依据。中华甲虫蒲螨对寄主的选择是一个复杂的过程,蒲螨的触觉和嗅觉作用可能与其对寄主选择性关系密切,要揭示其机理还有待于选取更多种类及其不同龄期的寄主进行进一步试验。

致谢:河北省农林科学院昌黎果树研究所于丽辰研究员提供试验用中华甲虫蒲螨,在此谨表谢忱!

参考文献 (References)

- Akşit T, Çakmak I, Moser J, 2007. Attack by *Pyemotes johnmoseri* (Acari: Pyemotidae) on *Hypoborus ficus* (Coleoptera: Scolytidae) in fig trees in Turkey. *Exp. Appl. Acarol.*, 41(4):251–254.
- Giron D, Rivero A, Mandon N, Darrouzet E, Casas J, 2002. The physiology of host feeding in parasitic wasps: implications for survival. *Func. Ecol.*, 16:750–757.
- Hoschele WT, Anigosh LK, 1993. *Pyemotes tritici* (Acari: Pyemotidae), a potential biological control agent of *Anagasta kuehniella* (Lepidopteryralidae). *Exp. Appl. Acarol.*, 17(11):781–792.
- Mackauer M, Michaud JP, Völkl W, 1996. Host choice by aphidii parasitoids (Hymenoptera: Aphidiidae): host

- recognition, host quality, and host value. *Can. Entomol.*, 128:959–980.
- Moser JC, Cross EA, 1971. Biology of *Pyemotes parviscolyti* (Acarina: Pyemotidae). *Entomophaga*, 16(4):367–369.
- Ranjith AM, 2007. An inexpensive olfactometer and wind tunnel for *Trichogramma chilonis* Ishii (Trichogrammatidae: Hymenoptera). *J. Trop. Agric.*, 45(12):63–65.
- Richerson IV, 1972. Some aspects of host selection by *Perilitus coccinellae*. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 65(8):34–39.
- Yu LC, Liang LR, 1996. A new species of *Pyemotes* (Acari: Pyemotidae) parasitic on bark beetles Coleoptera: (Scolytidae) from Hebei, China. *Syst. Appl. Acarol.*, 6:167–171.
- Yu LC, Zhang ZQ, He LM, 2010. Two new species of *Pyemotes* closely related to *P. tritici* (Acari: Pyemotidae). *Zootaxa*, 2723:1–40.
- 程惠珍, 卢美娟, 林谦壮, 1989. 用玉米螟作寄主繁育管氏肿腿蜂. 生物防治通报, 5(4):145–148.
- 丁德诚, 潘务耀, 唐子颖, 谢国林, 连俊和, 1994. 松突圆蚧花角蚜小蜂对寄主的选择. 昆虫学研究集, 11:35–42.
- 丁建红, 郭予元, 吴才宏, 1996. 用于昆虫嗅觉行为研究的四臂嗅觉仪的设计、制作和应用. 昆虫知识, 33(4):241–243.
- 韩继成, 贺丽敏, 焦蕊郝, 郝宝峰, 许长新, 于丽辰, 2008. 肤小蠹蒲螨毒素基因同源类似序列的克隆和分析. 河北农业科学, 12(1):72–74.
- 贺丽敏, 焦蕊, 于丽辰, 许长新, 郝宝峰, 张春玲, 郭爱英, 2009. 应用中华甲虫蒲螨防治钻蛀性害虫. 中国科技成果, 23(10):59–60.
- 贺丽敏, 于丽辰, 焦蕊, 许长新, 郝宝峰, 2011. 人工繁殖中华甲虫蒲螨的替代寄主研究. 中国生物防治学报, 27(2):165–170.
- 侯照远, 严福顺, 1997. 寄生蜂寄主选择行为研究进展. 昆虫学报, 40(1):94–103.
- 刘静, 2008. 蒲螨基础生物学、生态学研究. 硕士学位论文. 海南:海南大学.
- 刘静, 张方平, 韩东银, 符悦冠, 2008. 蒲螨生物学特性及对椰心叶甲龄期选择性的初步研究. 植物保护, 34(5):86–89.
- 潘志华, 周刚, 2011. 中华甲虫蒲螨人工繁育替代寄主的筛选. 湖南林业科技, 38(4):39–41.
- 尚玉昌, 2005. 动物行为学. 北京:北京大学出版社. 16–20.
- 王建伟, 2011. 油蒿灌木林钻蛀性害虫生物生态学与生态

调控体系构建. 博士学位论文. 北京:北京林业大学.

于丽辰, 梁来荣, 敖贤斌, 史文成, 张晓元, 贺丽敏, 1997. 我国新天敌资源——小蠹蒲螨形态与生物学研究. 蛛形学报, 6(1):46 – 52.

周英梅, 温俊宝, 苓建强, 2010. 中华甲虫蒲螨寄生双条杉天牛幼虫血淋巴变化. 昆虫知识, 47(5):895 – 899.