应用昆虫学报 *Chinese Journal of Applied Entomology* 2014, 51(3): 808−813. DOI: 10.7679/j.issn.2095−1353.2014.097

落叶松尺蠖 *Erannis ankeraria* Staudinger 的生物学特性*

段景攀[1**] 邵东华[1] 张志林[2] 段立清[1, 3***]

（1. 内蒙古农业大学林学院 呼和浩特 010019；2. 乌兰察布市森林病虫防治检疫站 集宁 012000；
3. 内蒙古农业大学农学院 呼和浩特 010019）

摘 要 【目的】 明确落叶松尺蠖 *Erannis ankeraria* Staudinger 的发生规律及生物学特性。**【方法】** 野外调查和室内饲养。**【结果】** 在集宁市落叶松尺蠖 1 年 1 代，以卵越冬，越冬卵在翌年 4 月下旬、5 月上旬孵化，6 月中下旬开始入土化蛹，成虫于 9 月初羽化、产卵。在温度为 20℃，RH=70%的条件下，落叶松尺蠖幼虫期（19.96±0.86）d，预蛹期（3.93±0.95）d，蛹期（108.4±13.17）d。蛹分布于树干基部 30~90 cm 范围内，深度 4~8 cm。雄虫在 6:00—8:00 及 12:00—16:00 羽化，早于雌性，雌虫在 20:00—24:00 羽化，羽化若干小时后可交尾，交配持续时间 20～260 min，可多次交尾。20℃下交尾雌虫寿命为（5.56±1.47）d，雄虫为（3.95±0.95）d，产卵量为（162.2±69.9）粒；不交尾雌性为（8.03±2.90）d，雄性为（4.38±1.59）d，产卵量为（64. 1±81.3）粒，但卵不能孵化；15℃条件下不交尾雌雄寿命分别为（4.48±6.67）d，（6.64±1.76）d，产卵量为（145.7±76.8）粒。**【结论】** 落叶松尺蠖危害期短，蛹期较长，雌雄成虫羽化时间有差异；温度和交尾对寿命和产卵量都有显著影响。

关键词 落叶松尺蠖，生物学，生活史，行为习性，落叶松

The bionomics of *Erannis ankeraria* Staudinger

DUAN Jing-Pan[1**] SHAO Dong-Hua[1] ZHANG Zhi-Ling[2] DUAN Li-Qing[1, 3***]

(1. Forestry College of Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China; 2 Wu-lan-ca-bu-shi Forestry Pests Control and Quarantine station, Jinin 012000, China; 3. Agricultural College of Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010019, China)

Abstract [Objectives] To ascertain the life cycle, behavior, distribution of pupae and biological characters of *Erannis ankeraria* Staudinger. **[Methods]** Laboratory and field research at Jinin, Inner Mongolia. **[Results]** *E. ankeraria* had one generation a single year and overwintered as egg on pine cones. Larvae were present from early May to July. Pupae occurred from mid-late June to early-mid September. Adults emerged from September to October. The larval stage was about (19.96±0.86) days, the prepupal stage (3.93±0.95) days, and the pupal stage about (108.4±13.17) days under laboratory conditions at a temperature of 20℃, RH70%. Pupae were mainly clustered 30-90 cm around the stem base at a depth of 4-8 cm below the soil surface. The adults emerged mostly from 20:00-24:00 and females mainly at 6:00-8:00 and 12:00-16:00. Adults could mate immediately after emergence. Mating duration was about 20-260 min and most lasted 50-150 min. At a temperature of 20℃, the longevity of mated females and males was (5.56±1.47) and (3.95±0.95) days, respectively, and fecundity was (162.2±69.9) eggs per female. In contrast, the longevity of virgin females and males was (8.03±2.90) and (4.38±1.59) days, respectively, and fecundity was (164.1±81.3) eggs per female but the eggs were infertile. At a temperature of 15℃, the longevity of virgin females and males was (14.48±6.67) and (6.64±1.76) days, respectively, and fecundity was (145.7±76.83)

*资助项目：内蒙古林业厅科学研究基金 2013-12
**E-mail: duanjp2007@163.com
***通讯作者，E-mail: duanlq2013@163.com
收稿日期：2013-09-18，接受日期：2014-01-09

eggs per female. **[Conclusion]** The period over which *E. ankeraria* economically significant damage was short, the pupal stage was long, and the timing of adult emergence differed between the sexes. Temperature and whether individuals had mated or not had an important influence on adult longevity and fecundity.

Key words *Erannis ankeraria* Staudinger, biological characters, life history, behavior, *Larix* spp.

落叶松尺蠖 *Erannis ankeraria* Staudinger 属鳞翅目 Lepidoptera，尺蛾科 Geometridae，是落叶松的重要害虫之一，国内主要分布在河南（于思勤，1987）、吉林（席景会等，2002）、山西（王瑞等，2005）、黑龙江、内蒙古，陕西、河北等省，国外分布于匈牙利等国（岳书奎等，1994）。幼虫取食危害落叶松（*Larix* spp.）和栎类（*Quercus* L.），也危害云杉新生针叶，严重发生时落叶松全部针叶被食，对林木生长影响显著（姜恩玉和王大洲，1987；岳书奎等，1994）。

落叶松和栎类是我国重要的乔木树种，也是内蒙的重要绿化造林树种，根据第七次全国森林资源清查及森林资源状况结果显示，栎类 1 610.03 hm^2，占 10.35%，落叶松类面积 1 063.26 hm^2，占 6.49%，分别位居乔木林优势树种面积比例的第 1 和第 5 （国家林业局森林资源管理司，2010）。近年来落叶松尺蠖在内蒙古几大林场大面积暴发成灾，严重制约了该区林业生产发展。落叶松尺蠖在河北省 1 年 1 代，以卵越冬，在管涔林区调查发现幼虫 6 龄，其他地区 5 龄，发生严重时多利用化学药剂进行防治（游新民，1993；张国强等，2011），也可用落叶松尺蠖核型多角体病毒（EaNPV）粗提液进行防治，效果显著（孙士英等，1985）。落叶松尺蠖在欧洲是最具威胁性的尺蠖之一，与 *Agriopis marginaria*，黑点赭尺蠖 *E. defoliaria*，*A. aurantiaria* 形态特征和行为习性相似，都被成为“winter moth”（Mihoci and FranjeviĆ，2011）。3 种尺蠖蛾的性信息素在大田生测应用中有较好防效（Hansson *et al.*，1990；Szöcs *et al.*，1993）。目前，我国对落叶松尺蠖危害特点和生物学特性报道较少，本文通过对落叶松尺蠖生物学特性的观察研究，搞清其生活习性，为落叶松尺蠖的综合治理提供科学依据。

1　材料与方法

1.1　样地

内蒙古自治区集宁市卓资县属温带干旱气候区，大陆性气候明显，季风影响显著。春秋季气候多变，温差大，年均温 2.5℃，日照充足，无霜期 106 d，年降水量 403 mm（穆生容，2003），调查地点选在卓资县境内上高台林场，在林内选取 100 m×100 m 样地（112°08.37′E，41°08.11′N，海拔 1 885 m），本区以落叶松纯林为主，树龄 30 年左右；林区边缘分布有野生白桦，为自然发生种群；林地郁闭度为 0.9，树与树间距 4 m 左右。

1.2　野外调查

于 2012 年 4—10 月每周随机对林内苗木进行抽样调查，每次调查不少于 50 株，观察落叶松尺蠖各虫态发生情况及危害特征。待幼虫全部入土后，采用对角线法调查 25 株落叶松，以树干基部为中心向东西南北 4 个方位，分别做 20 cm×180 cm 的样带，将样带等距划分成 6 个 20 cm×30 cm 的样方，每个样方自地表垂直向下至 12 cm 处，以 2 cm 等距划分 6 个土层。统计每个样方各个土层内的蛹数,调查蛹的分布情况。

另选 10 个样点做 100 cm×100 cm 样方，用尼龙纱网 100 目的笼罩进行套笼。每日观察 1 次，记录羽化成虫数。

1.3　室内观察

1.3.1　发育历期及幼虫头宽　于 2012 年 4 月中旬在集宁市上高台林场采集落叶松尺蠖越冬卵，保

存在 4℃冰箱内备用。将越冬卵置于 20℃，L∶D=14∶10，RH=70%的人工气候智能培养箱（ZPQ-280 型，哈尔滨东拓科技开发有限公司）内孵化，选取同天孵化的 1 龄幼虫，以落叶松叶饲养，每天观察记录幼虫发育、脱皮情况，并根据落叶松枝条的保鲜程度更换枝条，待幼虫老熟即将入土化蛹时，将其移入盛土的花盆内，在上述温湿及光照条件下直到成虫羽化。在饲养过程中收集各龄幼虫蜕下的头壳，利用游标卡尺和测微尺测定各龄幼虫的头宽值。

1.3.2 羽化时间和交尾持续时间观察 于 2012 年 9 月 3 日在上高台林场采集落叶松尺蠖蛹，区分雌雄分别放置在花盆内，处理同 1.3.1。每天 08:00 和 20:00 定时观察落叶松尺蠖蛹的变化情况，当发现有成虫羽化，记录时间及羽化成虫数；在羽化高峰期每 2 h 观察一次，并移去已羽化的成虫，连续观察 3 d。将羽化的处女雌雄各 30 头，雌雄配对，放入用尼龙纱网 100 目的套笼（60 cm×60 cm×60 cm）内，每日 18:00 至次日 06:00 每间隔 5 min 通过肉眼借助红色光源观察一次，发现雌雄交尾，记录成虫交配开始和结束的时间，确定成虫交配持续的时间。

1.3.3 成虫生殖能力 取 1.3.2 获得的成虫。分 20℃、不交尾；15℃、不交尾；20℃、交尾 3 组。每组 30 头成虫，放入直径为 10 cm，长为 15 cm，两端用双层纱布封口的自制塑料筒内，双层纱布作为产卵基质。不交尾成虫单头饲养，交尾成虫雌雄配对饲养。每天 08:00 记录雌虫产卵情况，直到成虫死亡，统计出产卵量、产卵前期、产卵期及寿命。

1.4 数据统计和分析

实验数据用 SPSS13.0 软件进行方差分析，平均值（±标准差）进行 Duncan's 多重比较测验，显著水平 $P<0.05$。

2 结果与分析

2.1 落叶松尺蠖年生活史

落叶松尺蠖在集宁市上高台林场 1 年发生 1 代，以卵在球果鳞片内或树皮缝内越冬。翌年 5 月上旬开始孵化，幼虫孵化与针叶吐绿同步，幼虫共 5 龄，初孵幼虫孵化后靠吐丝或爬行分散取食。初孵幼虫啃食叶面，食量小，3 龄以后食量增大，可造成树木全部失叶，形如火烧。老熟幼虫于 6 月中至下旬吐丝下树，钻入土层，历时 3~7 d 蜕皮化蛹。6 月下旬为下树高峰。蛹期长，9 月上旬成虫开始羽化，中旬为羽化高峰期，10 月中旬羽化结束。雌雄比为♀∶♂=1∶1.03；雄虫较雌虫早羽化 1.38 d。成虫羽化当天即可交尾，交尾后即产卵，年生活史如表 1。

表 1 落叶松尺蠖年生活史（内蒙古集宁，2012）

Table 1 Life history of *Erannis ankeraria* (Jinin, Inner Mongolia, 2012)

月份 Month / 世代 Generation	4 月 Apr.	5 月 May	6 月 Jun.	7 月 Jul.	8 月 Aug.	9 月 Sep.	10 月 Oct.	11-3 月 Nov.-Mar.
1 年 1 代 One generation a year	○○○	○○ ———	——— △△	– △△△	△△△	△△△ +++ ○○	++ ○○○	○○○

○：卵 Egg；–：幼虫 Larva；△：蛹 Pupa；+：成虫 Adult.

2.2　发育历期及幼虫头宽值

在 20℃，70%RH 的人工智能光照培养箱条件下饲养落叶松尺蠖发现，幼虫期平均（19.96±0.86）d，幼虫 5 龄，各龄历期分别为：1 龄（4.78±0.79）d，2 龄（3.11±0.66）d，3 龄（3.04±0.70）d，4 龄（3.48±1.00）d，5 龄（5.56±0.88）d；预蛹期（3.93±0.95）d，蛹的发育历期较长，变化幅度也较大（93~127）d，平均（108.4±13.17）d。采集幼虫头壳测量发现，各龄头宽具有明显的频次分布，1~5 龄头宽分别为（0.44±0.03）、（0.69±0.06）、（1.06±0.03）、（1.58±0.08）和(2.24±0.10) mm。野外采集老熟幼虫头宽与室内末龄幼虫观察值相同，验证了在集宁地区落叶松尺蠖幼虫有 5 个龄期。

2.3　蛹在林地中的分布特性

统计每个样方 (0.06 m^2) 内蛹的数量，结果如表 2。4 个方位上蛹的总数没有差异，但在离树干 30~60 cm 样方内，不同方位的蛹数存在显著差异（P<0.05），南面最多。蛹集中分布在距离树干基部 30~120 cm 这一区域，占总蛹数的 75%以上，0~30 cm 和 120~180 cm 范围内蛹的分布较少。

落叶松尺蠖蛹在土层内的分布结果如图 1，蛹在 0~12 cm 不同土层上都有分布。但在不同土层内蛹的数量存在显著差异（P<0.05）。以 4~6 cm 处分布蛹量最多，占 60.12%，其次是 6~8 cm 和 2~4 cm，分别占 26.68%和 9.41%。

2.4　成虫的生活习性

2.4.1　羽化　成虫在 1 d 内任何时间段内都可以羽化，但雌雄羽化高峰出现的时间段不同，雌虫多在 14:00—次日 2:00 期间羽化，其中在 20:00—24:00 羽化数量最多，占总羽化数的 35.00%，雄虫在 6:00—8:00、12:00—14:00 和 14:00—16:00 羽化虫数较多，分别占雄虫羽化总数的 19.23%、23.08%、26.92%。

2.4.2　成虫活动　成虫羽化后不取食，靠身体内储存养分存活。白天几乎不活动，伏在落叶松枝干或者球果上的背光侧，会根据光线调整自己的位置。从 18:00 至次日 6:00 都能见其活动，当光线强度低于 40 lx 时，约在 18:00 左右，雌虫沿套笼侧壁向上爬行，到顶部后四处爬行，后静伏，腹部下垂，19:00 左右有雌虫外伸伪产卵器。雄虫在 20:00 左右开始飞舞并伴随交尾动作，持续到次日 6:00 左右。

表 2　落叶松尺蠖蛹在树干基部的分布

Table 2　Pupal distribution of the *Erannis ankeraria* around the stem base

距离 (cm) Distance / 方位 Position	蛹数 (头/0.06m^2) No.of pupae						
	0-30	30-60	60-90	90-120	120-150	150-180	合计 Summation
东 East	2.7±2.6a(a)	7.7±2.9b(b)	15.1±6.3a(c)	16.6±2.4b(d)	6.7±4.4a(a)	3.3±4.0a(a)	52.1±16.8a
西 West	1.6±1.6a(a)	7.3±5.1a(a)	16.0±7.1a(b)	14.1±6.5a(b)	6.4±2.6a(a)	1.3±1.3a(a)	46.7±15.0a
北 North	3.6±4.0a(a)	12.6±4.1c(b)	16.1±5.4a(c)	14.0±6.7a(c)	7.0±5.3a(a)	3.4±4.5a(a)	56.7±15.6a
南 South	6.0±4.4a(a)	15.7±7.2d(c)	16.3±9.1a(c)	10.4±4.8a(b)	5.7±3.8a(a)	1.9±1.9a(a)	56.0±20.3a

表中数据为平均值±标准差，数据后不同的字母表示经多重比较后差异显著（P＜0.05）；括号外字母表示同列数据比较，括号内字母表示同行数据比较。下表同。

Values (mean ± SD) followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple range test at 0.05 level.

Letter outside parentheses indicate comparison in same column, and within a row is in the parentheses. The same blow.

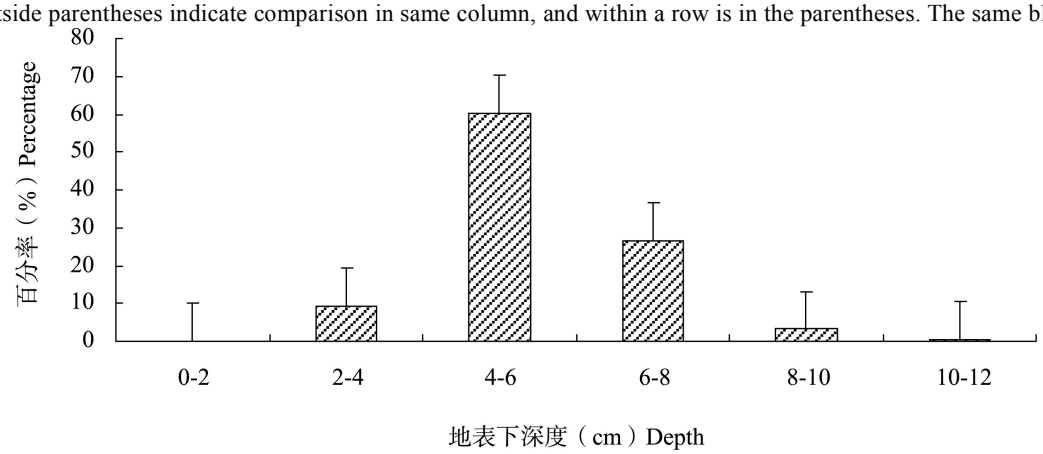

图 1　落叶松尺蠖蛹在土壤内的垂直分布
Fig. 1　Distribution of *Erannis ankeraria* pupal in soil

表 3　温度和交尾对落叶松尺蠖成虫生殖的影响
Table 3　The effect of different condition on fecundity of *Erannis ankeraria*

处理 Treatments	产卵前期（d） Preoviposition period	产卵期（d） Oviposition period	产卵量（粒/雌） Number of eggs	雌虫寿命（d） Female longevity	雄虫寿命（d） Male longevity
20℃不交尾 20℃ not copulated	1.36±0.50a	7.27±2.49a	164.09±81.30a	8.03±2.90a(a)	4.38±1.59a(b)
15℃不交尾 15℃ not copulated	1.30±0.48a	9.30±5.38a	145.71±76.83a	14.48±6.67b(a)	6.64±1.76b(b)
20℃交尾 20℃ copulated	1.57±0.66a	3.60±1.27b	162.17±69.99a	5.56±1.47c(a)	3.95±0.95a(b)

2.4.3　交尾　落叶松尺蠖雌虫羽化 13 h、雄虫 6~8 h 后即可交尾，夜间交尾，20:00—24:00 最多。交尾时雌雄尾部相连在一条直线上。雌虫和雄虫都有多次交尾的习性，交尾时间 20~260 min，大多数在 50~100 min 之间。

2.4.4　产卵及寿命　雌虫交尾结束 1~2 h 后即可产卵，多在夜间，卵单产，无覆盖物。不交尾的雌虫羽化后 12~36 h 也可产卵，但卵不孵化。温度和交尾对落叶松尺蠖生殖有不同程度的影响(表 3)。温度及交尾与否对产卵量和产卵前期没有影响（$P>0.05$）；对产卵期有影响，20℃下，交尾雌虫产卵期最短，为（3.60±1.27）d，与不交尾雌虫差异显著（$P<0.05$），但不交尾雌虫在不同温度下产卵期没有显著差异（$P>0.05$）；15℃不交尾的成虫寿命最长，雌虫为（14.48±6.68）d，雄虫为（6.64±1.76）d；20℃交尾成虫寿命最短，雌虫仅为（5.56±1.47）d，雄虫为（3.95±0.95）d。雌成虫寿命显著长于雄成虫。3 个处理下，雌虫寿命具有显著差异（$P<0.05$），交尾降低了雌虫的寿命，而低温增加了雌虫的寿命；对雄虫而言，交尾对雄虫寿命影响不显著（$P>0.05$），但低温显著增加了雄虫寿命。

3　讨论

3.1　幼虫

落叶松尺蠖以幼虫取食，卵的孵化与落叶松针叶吐绿同步，这在冬尺蛾 *Operophtera brumata* 和它的寄主植物中也有体现（Watt and McFalane，2002）。初孵幼虫取食量低，发育历期较长，由

于其取食特性，在发生的初期，林相上并没有直接的表现。在落叶松尺蠖防治上应根据其发生规律，经常调查并及早防治。

3.2　蛹

落叶松尺蠖入土化蛹，蛹期长，其与土壤关系密切。多分布在 4~6 cm 的腐殖质层，这可能与土壤的理化性质有关（林英华等，2004）。在室内饲养发现，湿度较低不利于老熟幼虫化蛹，但湿度较高容易诱发蛹期病害发生，特别是白僵菌引起的病害。蛹期的成活率直接关系到成虫的发生量，进而影响种群数量，有关蛹期林地降水量对蛹的影响，有待进一步研究。

3.3　成虫

在对中华通草蛉（许永玉等，2002）和大猿叶甲（王小平等，2005）的研究中发现，低温增加了其寿命，但对生殖有抑制作用。在本研究当中相比于 20℃而言，15℃延长了成虫寿命，但对产卵量没有影响，在林间，15℃、20℃约为 9 月份的适宜温度范围内，正是落叶松尺蠖的蛹期，所选温度没有对其造成胁迫。

不交尾雌虫的产卵期比交尾雌虫延长。不交尾雌虫通过延长产卵期来提高与雄虫相遇的机会，这可能是雌虫对延迟交配的一种适应（王香萍和张钟宁，2004）。也反映出交尾缩短产卵期，降低了雌虫被捕食的风险，增加了后代数量。在交尾次数与交尾时间观察中发现，对于交尾时间较短（10~20 min）的雌虫，有两次交尾的习性，交尾时间超过 100 min 雌虫，不会再与雄虫交尾。交尾次数与交尾持续时间具有一定的相关性，雌虫通过多次交尾来弥补交尾时间过短所造成的损失，这些有待进一步研究。

本文虽对落叶松尺蠖的生物学特性进行了较详细的研究，但对于幼虫取食与树木受害的关系、温度、降水和天敌对蛹期的影响，成虫性信息素及诱捕器的研制等内容还需进一步深入研究。

参考文献 (References)

Hansson BS, Szöcs G, Schmidt F, Francke W, Löfstedt C, Tóth M, 1990. Electrophysiological and chemical analysis of sex pheromone communication system of the mottled umber, *Erannis defoliaria* (Lepidoptera: Geometridae). *J. Chem. Ecol.*, 16(6): 1887–1897.

Mihoci I, FranjeviĆ M, 2011. Rare and threatened geometrid moth *Erannis ankeraria* in Croatia: historical review, data analysis & perspectives. *Šumarski List*, 135 (7/8): 353–360.

Szöcs G, Tóth M, Francke W, Schmidt F, Philipp P, König WA, Mori K, Hansson BS, Löfstedt C,1993. Species discrimination in five species of winter-flying geometrids (Lepidoptera) based on chirality of semiochemicals and flight season. *J. Chem. Ecol.*, 19(11): 2721–2735.

Watt A, Mcfarlane A, 2002.Will climate change have a different impact on different trophic levels ? Phenological development of winter moth *Operophtera brumata* and its host plants. *Ecol. Entomol.*, 27(2): 254–256.

国家林业局森林资源管理司, 2010. 第七次全国森林资源清查及森林资源状况. 林业资源管理, (1): 1－8. [The 7th national forest inventory and status of forest resources department of forest resources management, SFA, 2010. *Forest Resources Management*, (1): 1-8.]

姜恩玉, 王大洲, 1987. 落叶松尺蛾大发生对林木生长影响的调查. 东北林业科技, (2): 34－36.[Jiang EY, Wang DZ, 1987. Investigation on the effect of the occurrence of the larch ruler moth on the growth of forest trees. *Northeast Forestry Science and technology*, (2): 34–36.]

林英华, 张夫道, 杨学云, 宝德俊, 石孝均, 王胜佳, 王伯仁, 2004. 农田土壤动物与土壤理化性质关系的研究. 中国农业科学, 37(6): 871－877. [Lin YH, Zhang FD, Yang XY, Bao DJ, Shi XJ, Wang SJ, Wang BR, 2004. Study on the relationship between agricultural soil fauna and soil physicochemical properties. *Scientia Agricultura Sinica*, 37(6): 871-877.]

穆生容, 2003. 卓资县志. 呼和浩特:内蒙古人民出版社. 43－85.[Mu SR, 2003. Zhuzi County Annals. Hohhot: *Inner Mongolia people's press*. 43–85.]

孙士英, 吕泽勋, 黄冠辉, 戴如一, 高延厅, 李振录, 1989. 落叶松尺蠖核型多角体病毒(EaNPV)林地应用试验. 华北农学报, 4(1): 131.[Sun SY, Lv ZX, Huang GH, Dai RY, Gao YT, Li ZL, 1989. Larch Suppressaria nuclear polyhedrosis virus (EaNPV) woodland application test. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 4(1): 131.]

王瑞, 曹天文, 周运宁, 2005. 山西省尺蛾科（鳞翅目）新纪录属和种. 山西农业科学, 33(2): 52－54.[Wang R, Cao TW, Zhou YN, 2005. Shanxi Province, Geometridae (Lepidoptera) new

record genus and species. *Shanxi Agricultural Sciences*, 33(2): 52–54.]

王香萍, 张钟宁, 2004. 延迟交配对昆虫生殖行为的影响以及与性信息素防治害虫的关系. 昆虫知识, 41(4): 295–298. [Wang XP, Zhang ZN, 2004. Effect of delayed mating on the insect procreation behavior and its relationship with the pheromone con trol method. *Chinese Bulletin of Entomology*, 41(4): 295-298.]

王小平, 薛芳森, 戈峰, 周程爱, 游兰韶, 2005. 光周期和温度对大猿叶虫滞育后成虫生物学特性的影响. 昆虫学报, 48(2): 285–289 . [Wang XP, Xue FS, Ge F, Zhou CA, You LS, 2005. Effects of photoperiod and temperature on the life-history traits o f post-diapause adults in the cabbage beetle, colaphellus bowring i Baly. *Acta Entomologica Sinica*, 48(2): 285-289.]

席景会, 潘洪玉, 陈玉江, 张秀荣, 2002. 吉林省尺蛾科昆虫名录. 吉林农业大学学报, 24(5): 53–57. [Xi JH, Pan HY, Chen YJ, Zhang XR, 2002. A list of geometridae in Jilin province. *Journal of Jilin Agricultural University*, 24(5): 53-57.]

许永玉, 牟吉元, 胡萃, 席敦芹, 2002. 光周期和温度对中华通草蛉成虫生殖的影响. 华东昆虫学报, 11(1): 39–43. [Xu YY, Mou JY, Hu C, Xi DQ, 2002. Effect of photoperiod and temperature on adult fecundity of Chrysoperla sinica (Tjeder). *Entomological Journal of East China*, 11(1): 39-43.]

于思勤, 1987. 河南省尺蛾科昆虫的初步研究. 河南农业大学学报, 21(1): 102 – 108.[Yu SQ, 1987. Preliminary study on the insect of *Geometridae* in Henan Province. *Journal of Henan Agricultural University*, 21(1): 102–108.]

岳书奎, 王志英, 方宏, 王春强, 王福来, 1994. 黑龙江省三种落叶松尺蠖的研究. 东北林业大学学报, 22(6): 1–6.[Yue SK, Wang ZY, Fang H, Wang CQ, Wang FL, 1994. Study on three kinds of Larch looper in Heilongjiang Province. *Journal of Northeast Forestry University*, 22(6): 1–6.]

游新民, 1993. 落叶松尺蛾生物学特性及其防治. 山西林业科技, (4): 29 – 30.[You XM, 1993. Biological characteristics and prevention of Larch ruler moth. Shanxi Forestry Science and Technology, (4): 29–30.]

张国强, 张丽茹, 周长亮, 周景清, 2011. 落叶松尺蛾发生特点及其防治技术. 安徽农业通报, 17(14): 210–308.[Zhang GQ, Zhang LR, Zhou CL, Zhou JQ, 2011. Occurrence and prevention techniques of Larch foot moth. *Anhui agricultural Bulletin*, 17(14): 210–308.]