

文章编号: 1001-1498(2001)06-0616-05

鞭角华扁叶蜂预蛹呼吸代谢的特点*

王满¹, 庞辉², 李周直¹

(1. 南京林业大学 森林资源与环境学院, 江苏 南京 210037;

2. 国家林业局 泡桐研究开发中心, 河南 郑州 450003)

摘要: 用 Warburg 呼吸器测定了鞭角华扁叶蜂滞育预蛹的呼吸代谢($\mu\text{L}(\text{O}_2) \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)。结果表明, 预蛹呼吸代谢速率呈 U-型曲线变化。预蛹呼吸代谢的特征是: 代谢速率显著降低; 底线延续很长时间, 且在这一时期, 代谢速率与温度无关。预蛹的呼吸商为 0.76, 说明滞育期间脂类是主要的代谢底物。由于预蛹滞育前后在形态上无明显的区别, 呼吸代谢速率可作为判断滞育或滞育解除的生理指标。

关键词: 鞭角华扁叶蜂; 预蛹; 呼吸代谢

中图分类号: Q965; S763.43 文献标识码: A

鞭角华扁叶蜂[*Chinolyda flagellicornis* (F. Smith)] 是柏木(*Cupressus funebris* Endl.)、柳杉(*Cryptomeria fortunei* Hooibrenk ex Otto et Dietr.) 的重要害虫, 属于一化性昆虫, 以滞育预蛹在土中越冬越冬长达 300 d 左右^[1]。预蛹滞育前后形态上无明显区别, 特别在如此漫长的滞育期间, 鞭角华扁叶蜂的呼吸代谢显然有着独特的特点, 否则难以存活。通过 Warburg 呼吸器测定鞭角华扁叶蜂不同发育期预蛹呼吸代谢速率变化, 不仅可以了解其整个种群的能量流变化规律, 而且对于确定其滞育起点和终止有着重要的意义。

1 材料与方法

1.1 虫源采集及保存方法

采集于浙江省仙居县。于 1998 年 6 月末剪采带虫柏木枝条, 室内饲养至入土滞育(所用沙土在 150 ℃ 左右干燥箱中消毒 6 h), 自然条件下保存。

1.2 呼吸测定的方法

用上海科技大学研制的微量呼吸仪(SKW-3 型)按标准减压程序测定耗氧量, 呼吸瓶容积约 15 mL, 用 0.2 mL 质量浓度为 $100 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 吸收放出的 CO_2 。测定呼吸时的温度误差为 ± 1 ℃ (在水浴中定期进行), 用代谢速率 $\mu\text{L}(\text{O}_2) \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 表示呼吸的强度^[2]。测定前稳定半小时, 用单个虫体测定 15 min, 每 30 d 左右测定一次。试验均重复 10 次。

1.3 脂肪含量的测定

脂肪含量的测定按脂肪的碘价评价法^[3]。整个昆虫的能量消耗按氧-卡系数或脂肪的能量换算。

收稿日期: 2001-03-15

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(39970618)

作者简介: 王满 (1972-), 男, 山西夏县人, 讲师, 博士后。

* 在试虫采集过程中得到浙江省仙居县森防站工作人员的热情帮助, 特此致谢。

2 结果与分析

2.1 预蛹呼吸代谢的变化

在自然状态下, 鞭角华扁叶蜂雌雄预蛹呼吸代谢呈 U-型曲线变化(图 1)。其主要的特征是滞育后呼吸代谢速率迅速降低, 之后长达近 300 d 之久, 呼吸代谢速率始终维持在很低的水准(只有入土前的 12% 左右)^[4]。从图中也可以看出, 预蛹呼吸代谢的 U-型曲线很明显地分为前期、中期和后期 3 个阶段: 前期即入土后的前 30 多天内, 此时预蛹的呼吸代谢速率迅速降低, 雌雄预蛹分别降至 $0.1404 \mu\text{L}(\text{O}_2) \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 和 $0.229 \mu\text{L}(\text{O}_2) \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; 中期则指 U-型曲线的底线, 此时呼吸代谢速率不再减弱, 长达 200 d, 维持在一定值指标上下波动(又称为呼吸的低谷), 即鞭角华扁叶蜂深度滞育期; 后期指到第 2 年 3 月中旬时, 呼吸代谢速率开始回升, 并急剧上升, 这表明鞭角华扁叶蜂预蛹的滞育开始解除。

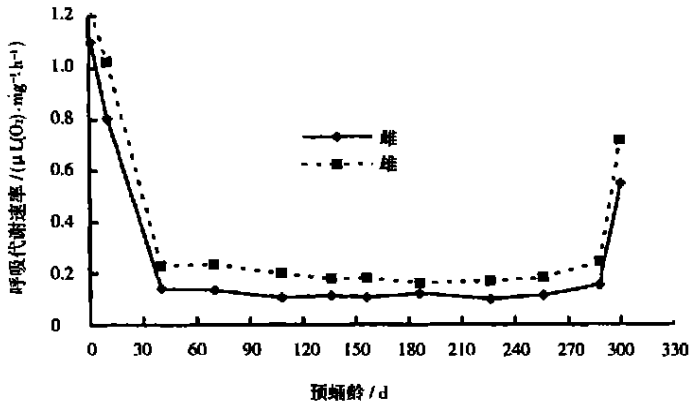


图 1 鞭角华扁叶蜂预蛹呼吸代谢速率

从图中也可以看出, 在整个的滞育期间, 雌雄预蛹呼吸代谢速率的变化趋势相似, 经方差分析, 雌雄预蛹的呼吸代谢速率在整个的滞育期间无显著差异($p < 0.05$)。但在同一发育时期, 雄性预蛹的代谢速率始终大于雌性预蛹(图 1), 如预蛹入土后 40 多天左右的, 雄预蛹的代谢速率为雌预蛹代谢速率的 1.6 倍左右, 方差分析的结果表明这种雌雄的差异显著($p < 0.05$)。在滞育预蛹的其它发育时期, 雌雄之间也表现类似的差异。造成这种差异的原因, 主要是由于雄预蛹个体的鲜质量远小于雌性预蛹的, 在滞育期间雌性预蛹的平均鲜质量为 0.2 g 左右, 而雄性预蛹个体质量平均只有 0.1 g 左右, 两者体重之差可达 1 倍之多。

2.2 温度对预蛹期呼吸代谢的影响

呼吸代谢速率基本与温度无关, 这是许多滞育昆虫呼吸代谢的一个重要特征^[5]。不同发育时期鞭角华扁叶蜂预蛹与温度的关系如图 2。

从图中可以看出, 鞭角华扁叶蜂入土的初期, 温度对其代谢速率有着较大的影响, 如 7 月 6 日鞭角华扁叶蜂预蛹与温度的关系图所示: 在 20~30 的范围内, 预蛹的呼吸代谢速率随着温度的升高而有逐渐增大的趋势, 但呼吸代谢速率与温度并不密切相关(相关系数分别为 0.818 2 和 0.760 6)。随着滞育程度的加深, 鞭角华扁叶蜂预蛹呼吸代谢速率几乎不受到温度的影响, 如预蛹入土后 60 d 左右(8 月 17 日), 其 25 和 28 时的代谢速率基本相同, 这种情

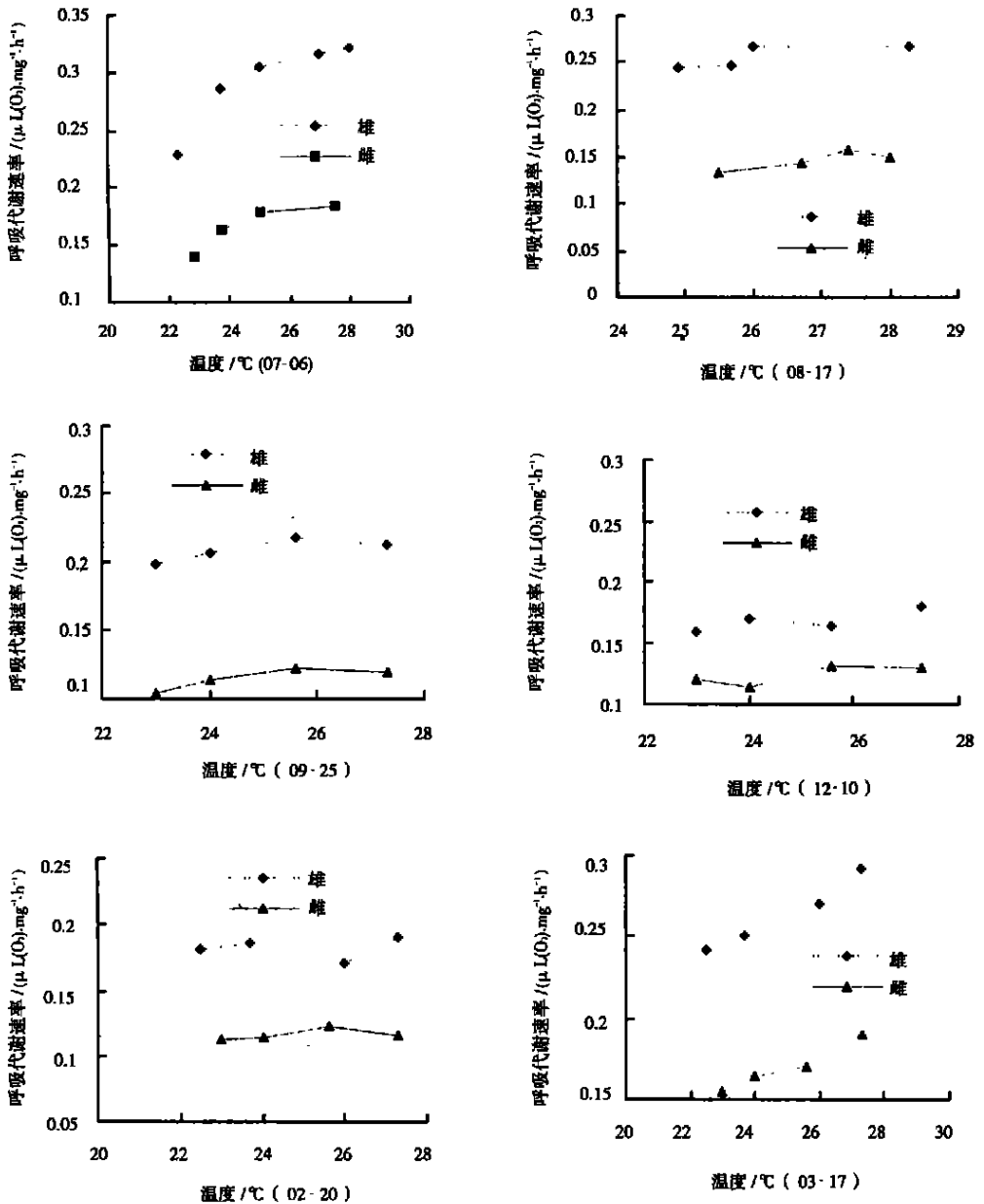


图2 鞭角华扁叶蜂预蛹在不同发育时期呼吸代谢速率与温度的关系

况一直维持到第2年3月滞育结束时。此后,鞭角华扁叶蜂预蛹对温度的反应又比较明显,如3月17日鞭角华扁叶蜂预蛹与温度的关系图所示:在20~30 的范围内,鞭角华扁叶蜂预蛹呼吸代谢速率与温度直线密切相关,雌雄预蛹的回归方程分别为:

$$\text{雌虫: } y = 0.0077x - 0.0027 \quad (R^2 = 0.9589)$$

$$\text{雄虫: } y = 0.0099x + 0.0171 \quad (R^2 = 0.9754)$$

式中的 x 和 y 分别代表温度()和代谢速率 $[\mu\text{L}(\text{O}_2) \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}]$ 。

2.3 鞭角华扁叶蜂的呼吸商

呼吸商反映呼吸底物的利用情况, 动物纯粹利用碳水化合物(或脂肪)作为底物时的呼吸商分别是 1.0 或 0.7, 这两种情况在昆虫活动期都是鲜见的^[6]。鞭角华扁叶蜂滞育两性预蛹的呼吸商十分接近, 平均为 0.76, 说明预蛹期间, 脂类是主要的能源底物, 占到 80% 左右。这与对虫体粗脂肪含量测定的结果是一致的。而幼虫的呼吸商平均为 0.90 左右, 表明利用的呼吸基质主要是碳水化合物。

对机体脂类含量测定的结果表明, 在幼虫期间脂类的含量较低, 如 3 龄期幼虫脂类的含量为 $7.2\% \pm 0.8\%$, 到 6 龄期脂类含量虽有所增加, 也只占到 $18.1\% \pm 0.7\%$ 。而预蛹体内的脂类的含量则可高达 30% 左右。

3 讨 论

在自然状态下, 鞭角华扁叶蜂预蛹的代谢呈 U-型趋势, 这同多数昆虫蛹呼吸代谢的规律相一致; 其呼吸代谢的一个显著特点是它的代谢速率很低, 且随着滞育的深入, 代谢速率与温度无关。这符合大多数滞育昆虫呼吸代谢的特点, 并可作为判断预蛹是否滞育或滞育是否解除的生理指标。鞭角华扁叶蜂预蛹的呼吸商为 0.76, 这就说明在滞育期间, 脂类为主要的代谢底物, 这同大多数全变态昆虫的代谢规律相一致^[7~11]。

对雌雄两性预蛹测定的结果表明, 在整个滞育期间, 雌雄两性预蛹代谢速率变化趋势基本一致, 无明显的差异; 但在同一发育时期, 雄性预蛹的代谢速率明显大于雌性预蛹, 有时高达 1.6 倍左右, 方差分析的结果表明这种雌雄的差异显著($p < 0.05$)。在滞育预蛹的其它发育时期, 雌雄之间也表现出类似的差异。造成这种差异的原因, 可能主要是由于雄预蛹个体的鲜质量远小于雌性预蛹的, 在滞育期间雌性预蛹个体的平均鲜质量为 0.2 g 左右, 而雄性预蛹个体质量平均只有 0.1 g 左右, 两者之比可达 2:1 左右。

滞育并不意味着生命活动的停止, 而一切生命活动都要消耗能量。鞭角华扁叶蜂预蛹在滞育期间的低呼吸代谢水平正是同这种生命活动相一致, 它意味着鞭角华扁叶蜂预蛹能够经济有效地利用体内贮存的能量, 度过漫长的越夏、越冬期。根据呼吸资料变化估测, 预蛹在整个滞育期间消耗氧气 42~46 mL, 折合能量约 800~900 J。

参考文献:

- [1] 崔相富, 陶华齐, 王于荣, 等. 鞭角华扁叶蜂生物学特征及防治方法的研究[J]. 林业科学研究, 1992, 5(3): 321~327.
- [2] 夏邦颖. 减压技术[A]. 见: 郭郭, 忻介六. 昆虫试验技术[M]. 北京: 科学出版社, 1988. 130~134.
- [3] 陈长琨. 昆虫生理生化实验[M]. 北京: 农业出版社, 1993.
- [4] 王满, 李周直. 鞭角华扁叶蜂幼虫期的呼吸代谢[J]. 昆虫学报, 2001, 44(3): 311~315.
- [5] Tauber J, Tauber A. Seasonal adaptation of insects[M]. Oxford: Oxford University Press, 1986. 95~96.
- [6] Southwood T R E. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations[M]. New York: Halsted Press, a division of John Wiley & Sons, Inc., 1978.
- [7] 吴坤君, 龚佩瑜, 李秀珍. 棉铃虫越冬蛹呼吸代谢的某些特点[J]. 昆虫学报, 1989, 32(2): 136~143.
- [8] 梁成杰, 赵玲, 吴燕, 等. 春尺蠖蛹呼吸代谢与滞育关系的研究[J]. 林业科学研究, 1998, 11(3): 339~341.
- [9] Adamek G, Fisher J. The oxygen consumption of non-dormant and dormant larvae of *Chironomus plumosus* (Diptera) [J]. J Insect Physiol, 1985, 31(10): 767~772.
- [10] Young S R. Respiratory metabolism of *A. askozetes antanicus* [J]. J Insect Physiol, 1979, 25(5): 361~369.
- [11] Calow P. The joint effect of temperature and starvation on the metabolism of triclads [J]. Oikos, 1977, 29: 87~92.

Characteristics of the Respiratory Metabolism of *Chinolyda flagellicornis* Prepupa

WANG Man-qun¹, PAN Hu², LI Zhou-zhi¹

(1. College of Forestry Resources & Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. Paulownia Research and Development Center of China, Zhengzhou 450003, Henan, China)

Abstract: The rates of oxygen consumption ($\mu\text{L}(\text{O}_2) \cdot \text{mg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) of the *Chinolyda flagellicornis* prepupa was determined with the respirimeter (SKW-3). The results showed that the respiratory rates, which followed a U-shaped curve, was characterized by a conspicuous reduction in the metabolic intensity, the bottom region of the curve lasted nearly 300 days, and in this stage, respiratory rate had no correlation with the surrounding temperature. The respiratory quotient of prepupa (RQ) was 0.76, and it is showed that in the period of prepupa stage the lipid was the major material to be used to yield energy. For there is no visible difference in morphology between diapausing and non-diapausing prepupa, the respiratory rate can be used as indicator for the starting or termination point of diapause.

Key words: *Chinolyda flagellicornis*; prepupa; respiratory metabolism

欢迎订阅《林业科学》

《林业科学》是中国林学会主办的代表中国林业科技最高水平的学术刊物,创刊于1955年,主要刊登林业领域的最新科学研究成果,反映我国林业科技水平及进展,评述学术动向,开展学术讨论,内容包括森林培育、森林生态、林木遗传育种、森林保护、森林经理、野生动物保护与利用、园林植物与观赏园艺、经济林、水土保持与荒漠化治理、林业可持续发展、森林工程、木材科学与技术、林产化学加工工程、林业经济及林业宏观决策研究等方面,以学术论文、研究报告、综合评述为主,还有学术问题讨论、研究简报、科技动态、新书评介等栏目。

作为我国创办最早的基础性、高科技林业学术期刊及林业科技重点核心期刊,《林业科学》在国内外享有很高的声誉,多年来一直受到广大读者的重视和欢迎。以中文论文为主,同时接收附中文摘要的英文论文,以便更好地宣传中国林业科研成果,促进国际学术交流,为国内外从事林业各个领域研究的科技人员、林业管理干部以及林业高等院校的师生服务。

《林业科学》为双月刊,单月25日出版,大16开本(210 mm × 285 mm),每期176页,定价22元,全年132元。

本刊邮发代号82-6,全国各地邮局均可订阅。

国外总发行为中国国际图书贸易总公司(北京399信箱),国外邮发代号BM 44。

如有需要近年过刊的读者可与本编辑部联系购买。

《林业科学》编辑部地址:北京万寿山后中国林学会,邮编:100091

电话:(010)62889820

E-mail: linykx@csf.forestry.ac.cn

《林业科学》编辑部