

三种赤眼蜂对灰白蚕蛾的卵龄选择

何余容 谢梅琼 欧海英 田明义

(华南农业大学资源环境学院昆虫学系, 广州 510642)

摘要: 灰白蚕蛾 *Ocinara varians* 是近年来华南地区为害较严重的园林害虫, 为筛选有效防治灰白蚕蛾的赤眼蜂种, 在室内条件下比较了短管赤眼蜂 *Trichogramma pretiosum*、松毛虫赤眼蜂 *T. dendrolimi* 和暗黑赤眼蜂 *T. euproctidis* 对不同卵龄灰白蚕蛾卵的寄生能力和适应能力。结果显示, 随寄主卵龄的增加松毛虫赤眼蜂和暗黑赤眼蜂寄生卵数均呈下降趋势, 且都在灰白蚕蛾卵龄为 6 h 的卵上寄生卵数最多, 分别为 15.90 粒/雌和 12.20 粒/雌; 而短管赤眼蜂的寄生卵数随寄主卵龄的增加呈先上升后下降趋势, 在卵龄为 24 h 时达最高, 为 8.25 粒/雌; 在各卵龄段, 松毛虫赤眼蜂的寄生卵数均比其它 2 种蜂多; 当寄主卵龄超过 72 h 时, 3 种赤眼蜂的寄生卵数均显著下降。3 种赤眼蜂在寄生卵龄为 6 h 的寄生卵上羽化率最高, 当卵龄超过 72 h 时, 其羽化率均显著下降。松毛虫赤眼蜂和暗黑赤眼蜂对 6 h 卵龄的灰白蚕蛾卵致死能力最强, 而短管赤眼蜂对 24 h 卵龄的灰白蚕蛾卵致死能力最强。综合分析表明, 松毛虫赤眼蜂在灰白蚕蛾卵上的寄生能力和适应能力最好, 是灰白蚕蛾的有效天敌。

关键词: 赤眼蜂; 灰白蚕蛾; 卵龄选择

Host age selection for eggs of *Ocinara varians* by three *Trichogramma* species

He Yurong Xie Meiqiong Ou Haiying Tian Mingyi

(Department of Entomology, College of Environment and Natural Resources, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong Province, China)

Abstract *Ocinara varians* Walker is one of the most serious insect pests of ornamental plants in southern China in recent years. In order to screen effective *Trichogramma* species against *O. varians*, the parasitic capacity and suitability of three egg parasitoids *Trichogramma pretiosum* Riley, *T. dendrolimi* Matsumura and *T. euproctidis* (Girault), to different ages of *O. varians* eggs were compared in the laboratory. The results revealed that the number of eggs parasitized by *T. dendrolimi* and *T. euproctidis* decreased as the host egg age increased, and the two species reached their maximum parasitizing capability on 6 h-host egg with 15.9 and 12.2 eggs per female, respectively. However, the number of eggs parasitized by *T. pretiosum* increased firstly and then decreased, and its maximum parasitizing capability was observed on 24 h-host egg with 8.3 eggs per female. The parasitizing capability of *T. dendrolimi* was higher on all host egg ages than the other two species of *Trichogramma*. When the host egg age was over 72 h, the parasitizing capabilities of three species declined dramatically. The emergence rates of three *Trichogramma* species reached the highest on 6 h-parasitized eggs, and dramatically decreased when the age of parasitized eggs were over 72 h. *T. dendrolimi* and *T. euproctidis* had the strongest fatalities to 6 h-host eggs, while *T. preti-*

基金项目: 国家自然科学基金 (30871677), 广州市科技攻关项目 (2003Z2E0141)

作者简介: 何余容, 女, 1963年生, 教授, 研究方向为昆虫生态学, email: yrh@scau.edu.cn

收稿日期: 2010-04-09

osum had the strongest fatalities to 24 h-host eggs. In conclusion, *T. dendrolini* showed the best parasitizing capability and suitability on *O. varians* eggs, indicating that it had the potential ability as an effective biological control agent for controlling *O. varians*.

Key words *Trichogramma*; *Ocinara varians*; host eggs age-selection

灰白蚕蛾 *Ocinara varians* Walker 属鳞翅目 Lepidoptera 蚕蛾科 Bombycidae 为害细叶榕 *Ficus microcarpa*、垂叶榕 *F. benjamina* L、黄葛榕 *F. microcarpa*、高山榕 *F. altissima*、菩提榕 *F. religiosa* 等榕属园林树木, 在我国主要分布在广东、广西、福建、海南、四川、台湾等地^[1], 国外则主要分布于印度和泰国^[2]。该虫以 1~3 龄幼虫取食叶肉, 致使叶片仅剩网状叶脉, 被害叶片不久呈深褐色, 4 龄后幼虫取食叶片呈空洞或缺刻, 末龄幼虫食量大增, 食光叶片及嫩梢^[3]。该虫已成为广州地区园林植物上的重要害虫, 给城市绿化造成了很大的损失^[4]。

目前, 对灰白蚕蛾的研究除 Hussain 等^[5]报道了几株虫生真菌对其幼虫取食和生长发育的影响外, 多数研究只局限于其生物学特性方面^[1, 3]。而灰白蚕蛾的防治主要以化学防治为主, 多使用广谱性化学杀虫剂, 如拟除虫菊酯类杀虫剂^[4]。化学农药大量频繁使用, 不仅易使害虫产生抗药性, 而且大量杀伤天敌、污染环境。与化学防治相比, 生物防治具有无残留、无污染、可持续等优点, 而关于灰白蚕蛾的生物防治, 国内外尚未见报道。

赤眼蜂属 *Trichogramma* 是许多农林害虫的重要天敌, 分布于世界各地, 是害虫生物防治中应用最广的一类卵寄生蜂^[6]。在人工释放赤眼蜂防治害虫时, 选择赤眼蜂最佳释放时期, 可大大提高赤眼蜂的寄生率。而在赤眼蜂蜂种的筛选中, 对寄主年龄的适应范围也是评价其寄生能力的重要指标^[7]。欧海英等^[8]研究表明, 暗黑赤眼蜂 *T. euproctilis*、短管赤眼蜂 *T. pretiosum* 和松毛虫赤眼蜂 *T. dendrolini* 对灰白蚕蛾卵有较高的寄生潜力, 本试验就这 3 种赤眼蜂对不同卵龄灰白蚕蛾卵的寄生能力和适应能力进行了比较。

1 材料与方法

1.1 材料

供试蜂种: 松毛虫赤眼蜂 *Trichogramma dendrolini*; 短管赤眼蜂 *T. pretiosum* 和暗黑赤眼蜂 *T. euproctilis*, 由华南农业大学昆虫学系提供, 且所有赤眼蜂都以紫外光照射处理过的新鲜米蛾卵为寄主, 在 26℃ 条件下繁殖。

供试寄主: 米蛾 *Corcyra cephalonica* (Stanton), 在室内用面粉饲养, 繁蜂前用 30 W 的紫外灯照射米蛾卵 1 h 以杀死其胚胎。灰白蚕蛾幼虫采自广州市黄埔大道两边的黄榕植株, 带回室内, 放在养虫笼中的盆栽黄榕上饲养。养虫笼 60 cm × 60 cm × 70 cm, 由铝合金制成, 上下 2 面为有机玻璃, 周围 3 个侧面为 60 目的钢网, 另一侧面为可粘贴面 (60 目的纱网), 可以自由打开。每盆黄榕株高 50 cm 左右, 冠径 30 cm 左右, 每个养虫笼中以对角线放两盆黄榕, 每盆黄榕上接 10 头幼虫。待幼虫化蛹后, 收集其茧, 放入由保鲜盒制成的 13 cm × 8 cm × 7 cm 养虫盒, 保鲜盒顶盖开 1 个粘有 80 目纱网的透气口, 盒中放一沾水的棉球保湿。待成虫羽化后, 将雌雄配对, 放到自制的产卵器中。产卵器由培养皿和纸筒组成, 即在直径 9 cm 培养皿中放入 1 张滤纸, 放上用打印纸卷成的直径 9 cm、高 15 cm 的纸筒, 纸筒上再覆以大小合适的滤纸。待雌虫产卵后, 收集其新鲜卵块 (< 12 h) 用于试验。

1.2 方法

产于纸卡筒的灰白蚕蛾卵在 25℃ 条件下分别发育 6、24、48、72、84、96 h (寄主卵在室温下 102~104 h 孵化) 后, 分别做成卵卡, 每卵卡粘有卵 30 粒, 放入直径 1.1 cm、高 5.5 cm 指形管中, 管壁点涂浓度 25% 的蜂蜜水溶液, 之后接入新羽化、充分交配的赤眼蜂雌蜂 1 头, 让其产卵寄生直至该蜂死亡。待寄生卵发育羽化、子代蜂死亡后检查寄生卵数、羽化卵率、雌蜂率, 统计并解剖既不能出蜂也未能孵化的致死卵数。其中致死卵指赤眼蜂寄生后寄主卵死亡, 但赤眼蜂未能发育成功的寄主卵; 寄生卵则指赤眼蜂寄生后, 赤眼蜂能发育至成蜂的寄主卵; 羽化卵指赤眼蜂成蜂能成功咬破寄主卵壳羽化的寄主卵。每处理重复 20 次。

试验数据采用 SAS 8.1 数据处理系统的邓肯氏新复极差法 (DMRT) 进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 灰白蚕蛾卵龄对赤眼蜂寄生卵数的影响

随着寄主卵龄的增加, 松毛虫赤眼蜂和暗黑赤

眼蜂对灰白蚕蛾卵的寄生数呈递减趋势,两者均在寄主卵龄为 6h 的卵上寄生数最多,分别 15 90粒 / 雌和 12 20粒 / 雌;这 2 种赤眼蜂在卵龄为 24 h 和 48 h 卵上的寄生卵数差异不显著;而当卵龄为 72~96 h 时,2 种赤眼蜂的寄生卵数均显著降低。短管赤眼蜂在 6~24 h 卵龄的灰白蚕蛾卵上,寄生数呈上升趋势,且在卵龄为 24 h 的卵上的寄生卵数达最

高,为 8 25粒 / 雌,之后逐渐下降,当卵龄为 72~96 h 时,短管赤眼蜂的寄生卵数显著降低(图 1)。说明 3 种赤眼蜂都适合寄生卵龄为 6~48 h 的灰白蚕蛾卵;在寄主卵龄为 84 h 和 96 h 时,均不寄生;而寄主卵龄为 6~72 h 时均能寄生,但松毛虫赤眼蜂的寄生卵数均高于其它 2 种赤眼蜂。

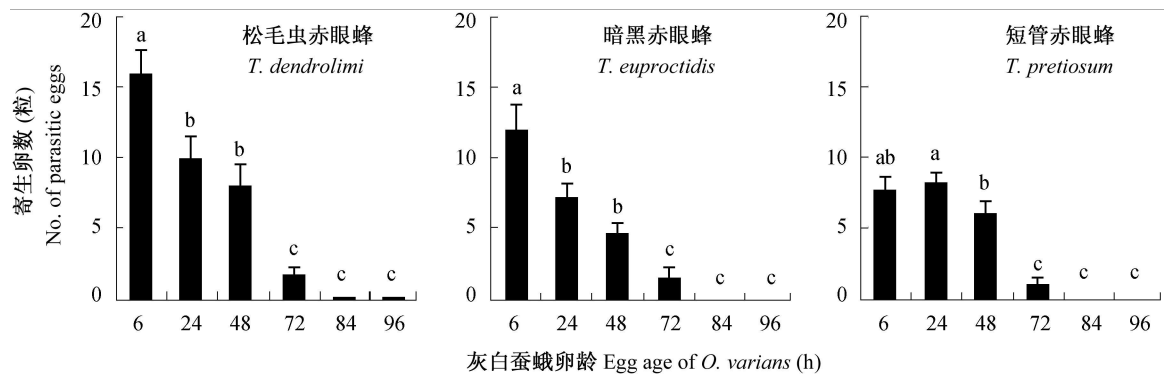


图 1 赤眼蜂在不同卵龄灰白蚕蛾卵上的寄生卵数

Fig 1 Number of parasitic eggs of three *Trichogramma* species on different ages of *Ocinara varians* eggs

注: 图中相同小写字母表示不同处理之间在 $P = 0.05$ 水平差异不显著 (DMRT 法)。Note: The same lowercase letters are not significantly different at $P = 0.05$ level by Duncan's multiple range test

2.2 灰白蚕蛾卵龄对赤眼蜂致死卵数的影响

随着卵龄的增加, 松毛虫赤眼蜂和暗黑赤眼蜂对灰白蚕蛾卵的致死卵数均呈递减趋势。其中, 松毛虫赤眼蜂、暗黑赤眼蜂在卵龄为 6 h 的卵上致死卵数最多, 分别为 16 90粒 / 雌和 13 10粒 / 雌; 在卵龄为 24 h 和 48 h 的灰白蚕蛾卵上的致死卵数差异不显著; 当卵龄大于或等于 72 h 时, 致死卵数显著降低; 在 96 h 卵上的致死卵数几乎为 0。短管赤眼

蜂对 6~48 h 灰白蚕蛾卵的致死卵数之间差异不显著, 但在 24 h 卵上的致死卵数最高, 为 10 70粒 / 雌, 明显高于其在 6 h 和 48 h 卵上的致死卵数; 当卵龄大于或等于 72 h 时, 灰白蚕蛾的致死卵数显著降低, 在 96 h 卵上的致死卵数接近于 0 (图 2)。分析表明, 3 种赤眼蜂对卵龄为 6~48 h 的灰白蚕蛾卵的致死能力较强, 且松毛虫赤眼蜂和短管赤眼蜂对灰白蚕蛾卵的致死卵龄范围大于暗黑赤眼蜂。

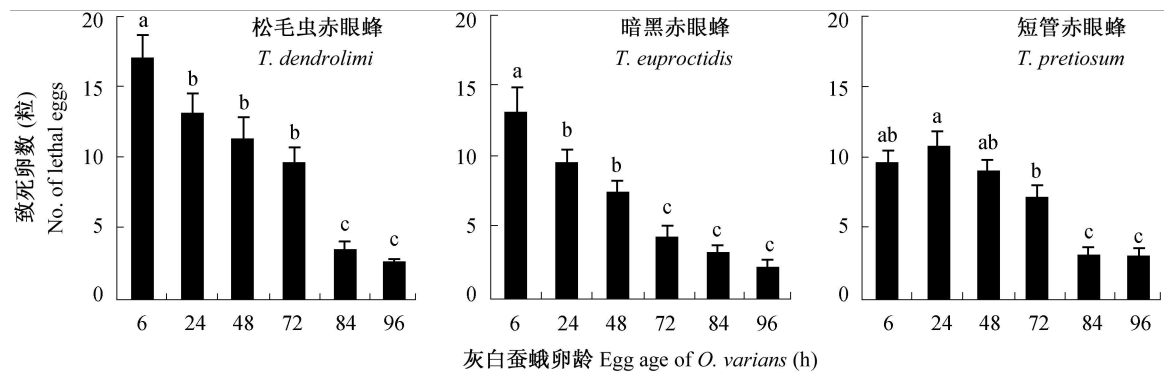


图 2 赤眼蜂在不同卵龄灰白蚕蛾卵上的致死卵数

Fig 2 Number of lethal eggs of three *Trichogramma* species on different ages of *Ocinara varians* eggs

注: 图中相同小写字母表示不同处理之间在 $P = 0.05$ 水平差异不显著 (DMRT 法)。Note: Means the same lowercase letters are not significantly different at $P = 0.05$ level by Duncan's multiple range test

2 3 灰白蚕蛾卵龄对赤眼蜂羽化率的影响

3种赤眼蜂在不同卵龄寄生卵上的羽化率均随寄主卵龄的增加呈下降趋势,且都以寄主卵龄为6h的寄生卵上的羽化率最高。其中,松毛虫赤眼蜂羽化率最高,为94.14%;其次是短管赤眼蜂,为93.83%;暗黑赤眼蜂最低,仅为79.16%。短管赤眼蜂在卵龄为24h和48h寄生卵上的羽化率差异不显著,但

与卵龄为6h时的羽化率差异显著。松毛虫赤眼蜂和暗黑赤眼蜂在卵龄为6h和48h寄生卵上的羽化率差异显著。松毛虫赤眼蜂、短管赤眼蜂和暗黑赤眼蜂在卵龄为72h时寄生卵上的羽化率均显著降低,分别为37.62%、5.00%和13.93%(表1)。表明这3种赤眼蜂均适合在卵龄为6~48h的灰白蚕蛾卵上发育,当卵龄为72h时,均不能正常发育。

表 1 不同卵龄灰白蚕蛾卵上赤眼蜂的羽化率及雌蜂率

Table 1 Female rate and emergence rate of three *Trichogramma* species on different ages of *Ocinara varians* eggs %

灰白蚕蛾卵龄 (h) Eggs age of <i>O. varians</i>	羽化率 Emergence rate			雌蜂率 Female rate		
	松毛虫赤眼蜂 <i>T. dendrolini</i>	短管赤眼蜂 <i>T. pretiosum</i>	暗黑赤眼蜂 <i>T. apunctidis</i>	松毛虫赤眼蜂 <i>T. dendrolini</i>	短管赤眼蜂 <i>T. pretiosum</i>	暗黑赤眼蜂 <i>T. apunctidis</i>
6	94.14±4.98 a	93.83±1.95 a	79.16±2.09 a	79.82±3.07 a	100.00±0.00 a	84.18±1.66 a
24	74.21±9.84 ab	67.65±7.38 b	60.00±11.23 ab	77.06±4.95 a	100.00±0.00 a	83.14±2.23 a
48	64.75±10.90 b	58.74±9.13 b	47.00±11.17 b	77.78±3.67 a	100.00±0.00 a	79.91±4.48 a
72	37.62±10.70 c	5.00±5.00 c	13.93±7.62 c	80.90±5.17 a	100.00±0.00 a	74.47±8.53 a

注:表中同列数值(平均值±标准误)后具有相同字母者表示在 $P=0.05$ 水平上差异不显著(DMRT法)。Note Means±SE with the same letters in the same column are not significantly different at $P=0.05$ level by Duncan's multiple range test

松毛虫赤眼蜂和暗黑赤眼蜂在卵龄为6~72h的灰白蚕蛾卵上的后代雌蜂率随寄主卵龄的增加差异不显著,且都在70%以上。其中松毛虫赤眼蜂在卵龄为72h的寄生卵上的雌蜂率最高,为80.90%,而暗黑赤眼蜂在卵龄为6h的寄生卵上的雌蜂率最高,为84.18%。短管赤眼蜂属产雌孤雌生殖种类,雌蜂率与寄主卵龄变化无关。可见,不同卵龄灰白蚕蛾卵对3种赤眼蜂的后代雌蜂率影响不大。

3 讨论

赤眼蜂对寄主卵龄具有一定的嗜好性或选择性^[8]。李元喜等^[9]在室内观察了不同发育龄期的亚洲玉米螟 *Ostrinia furnacalis* Guenée卵对亚洲玉米螟赤眼蜂 *Trichogramma ostrinae* Pant et Chen寄生能力的影响,结果表明,赤眼蜂的寄生率随寄主龄期的增加而呈下降趋势。张光美等^[10]在室内条件下观察了松毛虫赤眼蜂对亚洲玉米螟的寄生能力、接受程度及其影响因子,认为寄主卵龄是关键因子,随着卵龄的增加,寄生成功的雌蜂比例、每雌产卵量和卵粒寄生率都会急剧下降,在26℃下,当寄主卵龄从0~6h上升到18~24h,其寄生率下降了一半,当寄主卵龄达30h以上时,则很少被寄生。王福莲等^[11]在自然变温条件下比较了松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼

蜂 *T. chilonis* Ishii的几个品系对烟青虫 *Heliovepa assulta* Guenée卵的寄生能力和烟青虫卵对其适应性,发现不同品系赤眼蜂对不同卵龄烟青虫卵的寄生力和适合性不同。本研究结果表明,3种赤眼蜂对卵龄为6~48h的灰白蚕蛾卵的寄生卵数及羽化率较高,对卵龄为72h及之后的卵寄生率和羽化率均很低甚至为0,结果与前人研究基本吻合,说明寄主防御能力的增强与寄主卵龄的高低有关,推测赤眼蜂与寄主发生寄生关系后,在赤眼蜂与寄主胚胎间存在进攻与防御关系,寄主卵的防御能力可能随卵龄的增加而增强,其相关性有待进一步研究。3种赤眼蜂在卵龄为6~48h的寄主卵上的寄生力及寄生卵数显著高于72~96h的卵,原因除与卵内物质的不同有关外,还与卵壳的老化程度有关,卵壳老化会增加产卵器穿刺的难度^[12]。

3种赤眼蜂均对卵龄为6~48h卵的寄生卵数最多,在这个阶段的羽化出蜂数也达到最高,表明这个发育阶段的灰白蚕蛾卵最适合赤眼蜂的寄生发育。从寄主卵的发育情况可看出,卵龄为6~72h的寄主卵死亡数量明显高于84~96h的寄主卵,其原因可能是灰白蚕蛾卵龄较低时比较适合赤眼蜂的发育,或是寄主卵龄较高时自身防御能力增加导致赤眼蜂不能产卵寄生,或虽能产卵寄生,但却阻止了

寄生蜂发育,因此不能完成对寄主卵的寄生。本研究中介主卵死亡可能包括以下几种情况:(1)赤眼蜂通过产卵器穿刺灰白蚕蛾卵后没有产卵,仅取食寄主卵液而导致寄主卵死亡;(2)赤眼蜂已经在灰白蚕蛾卵内产卵寄生,寄主因被寄生而死亡;(3)赤眼蜂寄生了灰白蚕蛾卵后,寄主杀死了处于某一阶段的寄生蜂,由于防御系统遭到破坏,因而不能完成发育而导致死亡。因此在评价赤眼蜂对灰白蚕蛾的控制效果时,需综合考虑灰白蚕蛾的致死卵数和寄生卵数,才能更准确地反映赤眼蜂对灰白蚕蛾卵的控制效果。

本研究仅在室内条件下初步筛选出3种赤眼蜂对寄主卵龄的适应范围,其在田间的实际应用效果有待进一步研究。此外,3种寄生蜂在自然变温条件下对灰白蚕蛾卵的适应范围以及灰白蚕蛾各龄卵对赤眼蜂的适合性机制,还需深入研究。

参 考 文 献 (References)

- [1] 黄光斗,于旭东,谢永灼,等. 灰白蚕蛾生物学特性及其防治. 昆虫知识, 2002, 39(2): 123–126
- [2] Rajavel D S, Shanthi M. Note on the first occurrence of *Trilocha* (= *Ocinara*) *varians* Walker (Bombycidae: Lepidoptera) as a pest of papal tree (*Ficus religiosa* L.) in Madurai Tamil Nadu. Indian Forester, 2007, 133: 1706–1708
- [3] 罗佳,梁进新. 灰白蚕蛾生物学特性的研究. 华东昆虫学报, 1997, 6(1): 31–34
- [4] 岑炳沾,苏星. 景观植物病虫害防治. 广州: 广东科技出版社, 2003
- [5] Hussain A, Tian M Y, He Y H, et al. Entomopathogenic fungi disturbed the larval growth and feeding performance of *Ocinara varians* (Lepidoptera: Bombycidae) larvae. Insect Science, 2009, 16: 511–517
- [6] 冯斌,吴建功,王文玉,等. 赤眼蜂在我国的研究和应用现状综述. 山西林业科技, 2004, 3(1): 26–30
- [7] Pak G A. Inundative release of *Trichogramma* for the control of Cruciferous Lepidoptera: preintroductory selection of an effective parasitoid // Talekar. Management of diamondback moth and other crucifer pest. Proceedings of the Second International Workshop. Asian Vegetable Research and Development Centre, Shanhua, Taiwan, 1992: 297–308
- [8] 欧海英,阮琳,罗梅,等. 几种赤眼蜂对灰白蚕蛾寄生能力的影响. 昆虫知识, 2006, 43(5): 669–672
- [9] 李元喜,戴华国,符文俊. 亚洲玉米螟卵龄对玉米螟赤眼蜂寄生与发育的影响. 中国生物防治, 2006, 22(3): 180–186
- [10] 张光美,刘树生,杨坚伟,等. 影响松毛虫赤眼蜂寄生亚洲玉米螟的因子观察. 植物保护学报, 1995, 22(3): 205–210
- [11] 王福莲,侯茂林,张帆,等. 不同品系赤眼蜂对烟青虫卵的寄生力比较. 中国生物防治, 2005, 21(2): 80–84
- [12] Ruberson J R, Kring T J. Parasitism of developing eggs by *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae): host age preference and suitability. Biological Control, 1993, 3(1): 39–46