

四种昆虫饵料对穴蚁蛉幼虫生长发育及消化利用的影响^{*}

黄伯有 王方海 蔡毅 李广宏^{**} 张宣达 周汉辉 庞义

(中山大学有害生物控制与资源利用国家重点实验室/昆虫学研究所 广州 510275)

Effects of four insect diets on the development, food digestion and utilization of *Myrmelion sagax* larvae. HUANG Bo You, WANG Fang Hai, CAI Yi, LI Guang Hong^{**}, ZHANG Xuan Da, ZHOU Han Hui, PANG Yi (Institute of Entomology, State Key Laboratory of Biocontrol, Sun Yat Sen University, Guangzhou 510275, China)

Abstract The larvae of *Coryra cephalonica*, *Musca domestica*, *Spodoptera litura* and *Spodoptera exigua* which could be easily reared on large scale were used to feed *Myrmelion sagax* (Walker) larvae (also called antlion), and the effect of these four insect diets on development, food digestion and utilization of antlion was studied. The results showed that the antlions fed on *M. domestica* larvae obtained significantly higher body weight, pupal weight, relative growth rate and pupation percentage and significantly shortened larval duration when compared with the antlions fed on *S. litura* and *S. exigua* larvae. When feeding on *C. cephalonica* larvae, antlions had similar body weight, pupal weight and pupation percentage, but significantly decreased relative growth rate and prolonged larval duration than those fed on *M. domestica* larvae. The approximate digestibility of antlions was not significantly different among the four insect diets; however, the utilization efficiency and the transformation efficiency were highest in those fed on *M. domestica* larvae. It would be best for the development of antlions to provide *M. domestica* larvae at interval of 4 days.

Key words *Myrmelion sagax* larvae, insect diet, growth and development, digestion and utilization of food

摘要 选择4种可规模化饲养的昆虫——米蛾 *Coryra cephalonica*、家蝇 *Musca domestica*、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura*、甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* 幼虫来饲养穴蚁蛉 *Myrmelion sagax* (Walker) 幼虫(俗称蚁狮), 研究这4种饵料对蚁狮生长发育及消化利用的影响。结果显示, 用家蝇幼虫饲养的蚁狮, 其体重增长、相对增长率、化蛹率、蛹重均显著高于用斜纹夜蛾和甜菜夜蛾幼虫饲养的蚁狮, 而幼虫历期则比斜纹夜蛾和甜菜夜蛾幼虫饲养的短; 用米蛾幼虫饲养, 虽然蚁狮体重增长、化蛹率和蛹重与用家蝇幼虫饲养的差异不显著, 但其相对增长率却显著低于用家蝇幼虫饲养的蚁狮, 幼虫历期也比用家蝇幼虫饲养的明显延长。同时食物消化利用的结果显示, 用4种饵料饲养蚁狮, 它们的近似消化率差异不显著, 但食物利用率和食物转化率均以家蝇幼虫饲养的蚁狮最高。经分析比较, 在4种饵料昆虫中, 以用家蝇幼虫每4 d喂蚁狮1次的饲养效果最佳。

关键词 蚁蛉幼虫, 饵料昆虫, 生长发育, 食物消化利用

穴蚁蛉 *Myrmelion sagax* (Walker) 幼虫俗称蚁狮, 可治疗多种疾病, 是一种重要的药用昆虫^[1-3]。目前医药上使用的穴蚁蛉均采自野外, 但由于蚁狮特殊的捕猎方式和栖境, 一般其在自然界的种群数量均不大, 同时加上其完成发育所需时间很长, 因此仅仅依靠野外采集很

难满足大量药用的要求^[3]。针对此状况, 我国开展了穴蚁蛉室内人工饲养研究, 并取得一定

^{*} 广东省自然科学基金资助项目 (021673)。

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

收稿日期: 2009-01-10 修回日期: 2009-02-13

进展^[4~7]。如何筛选一种营养价值高, 同时又简便易得的饵料来专门饲养蚊狮, 这对提高穴蚊蛉饲养效率将起重要作用。鉴于此, 作者选择了 4 种可工厂化饲养的昆虫幼虫, 专门研究了它们对蚊狮生长发育及消化利用的影响, 以期从中筛选出一种良好饵料来饲养蚊狮, 从而达到高效饲养蚊狮的目的。现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫: 穴蚊蛉幼虫, 采自珠海飞沙滩。

1.2 饵料昆虫: 米蛾 *Corcyra cephalonica* Stainton 幼虫, 由广东省昆虫研究所提供; 家蝇 *Musca domestica* L. 幼虫、斜纹夜蛾 *Spodoptera litura* Fabricius 幼虫和甜菜夜蛾 *Spodoptera exigua* Hübner 幼虫, 均由本实验室养虫室提供。家蝇幼虫以麦麸饲养, 斜纹夜蛾和甜菜夜蛾幼虫均为人工饲料饲养的健康幼虫, 人工饲料配方分别参考陈其津等^[8]和李广宏等^[9]报道的配方。用于饲喂蚊狮的幼虫体重为 20 mg 头左右。

1.3 试验方法

1.3.1 不同饵料对蚊狮生长发育的影响 用塑料杯 (口径 6 cm) 饲养蚊狮, 杯内盛 2~3 cm 厚干细沙 (过 40 目筛), 每杯饲养蚊狮 1 头, 饲养温度 (27±1)°C, 光周期 12:12 (L:D)。实验分 4 组, 每组选大小基本一致、健康、2 龄刚蜕皮蚊狮 30 头, 单头称重, 分别用米蛾、家蝇、斜纹夜蛾和甜菜夜蛾幼虫 4 种饵料每隔 4 d 饲喂 1 次。记录各组蚊狮的存活率、取食量、老熟幼虫重、幼虫历期、化蛹率和蛹重, 并计算幼虫的相对生长率。其中幼虫历期指蚊狮从 2 龄刚蜕皮到入沙化蛹的时间间隔。重复 3 次。

1.3.2 不同饵料对蚊狮消化利用的影响 先测定米蛾、家蝇、斜纹夜蛾和甜菜夜蛾幼虫的水分及氮含量, 以便确定每次每种昆虫的投喂量。然后选大小基本一致、健康的 2 龄刚蜕皮蚊狮, 单头称重, 分成 4 组, 每组 30 头, 分别用米蛾、家蝇、斜纹夜蛾和甜菜夜蛾幼虫 4 种饵料每隔 4 d 饲喂 1 次, 饲养温度 (27±1)°C, 光周期 12:

12 (L:D), 记录各组各头蚊狮的初始体重、取食量及结茧化蛹前的体重, 同时分别从各组中抽取部分即将化蛹的蚊狮, 测定水分及氮含量。剩余蚊狮则让其结茧化蛹, 待羽化成成虫后, 收集宿便 (即蚊狮的粪便), 测定其水分及氮含量。

1.3.3 家蝇幼虫饵料最佳投喂时间选择 按不同投喂频率设为 2 d 喂、4 d 喂、8 d 喂、12 d 喂和 15 d 喂共 5 组, 每组选大小基本一致、健康、2 龄刚蜕皮蚊狮 30 头, 单头称重, 分别记录各组蚊狮的取食量、老熟幼虫重、幼虫历期、化蛹率及蛹重。重复 3 次。

1.3.4 水分测定 水分测定采用 ISO 1992 (E)《固体肥料—水分含量的测定—(105±2)°C 干燥重量法》。

1.3.5 氮含量测定

采用凯氏定氮法测定试样中的氮含量, 由中国广州分析测试中心完成。

1.3.6 生长与消化利用率的计算

参照王琛柱^[10]与李志刚等^[11]的方法。根据测定结果, 依照下述公式计算各项指标。

$$\text{相对生长率}(\%) = \frac{G'}{W_0 + W_t} \times 100$$

$$\text{食物利用率}(\%) = \frac{G'}{I} \times 100$$

$$\text{食物转化率}(\%) = \frac{G'}{I - F} \times 100$$

$$\text{近似消化率}(\%) = \frac{I - F'}{I} \times 100$$

以上公式中: W_0 : 蚊狮的初始体重干重 (mg); W_t : 蚊狮的终末体重干重 (mg); I : 摄食量干重 (mg); G : 蚊狮体重增长量干重 (mg); F : 蚊狮宿便干重 (mg)。

1.4 统计分析

各处理的试验数据均采用 SAS 统计软件进行差异显著性的方差分析, 其中对百分率数据首先进行反正弦平方根转换, 然后做方差分析。

2 结果与分析

2.1 不同饵料对蚊狮生长发育的影响

从表 1 可以知, 用家蝇、米蛾、斜纹夜蛾与甜菜夜蛾幼虫 4 种饵料饲养蚁狮, 存活率无显著差异。在控制取食量基本相等的条件下, 家蝇组的蚁狮体重增长最大, 其次为米蛾组, 再次为斜纹夜蛾与甜菜夜蛾组。4 种饵料的相对生长率, 以家蝇组最高, 并显著高于其它 3 组, 而米蛾、斜纹夜蛾和甜菜夜蛾组之间差异不显著。幼虫历期以家蝇的最短, 米蛾、斜纹夜蛾和甜菜

夜蛾组之间差异不显著。化蛹率以家蝇组最高, 其次为米蛾组。蛹重以家蝇和米蛾饲养的蚁狮最重, 两者差异不显著, 其次为斜纹夜蛾和甜菜夜蛾组, 2 组间差异也不显著。综合比较, 4 种饵料中以家蝇幼虫饲养蚁狮效果最佳, 其次是米蛾, 而斜纹夜蛾和甜菜夜蛾组的饲养效果要差些。

表 1 不同昆虫饵料对蚁狮生长发育的影响

饵料	取食量 (干重, mg/头)	蚁狮体重增长 (干重, mg/头)	相对生长率 (%)	幼虫历期 (d)	存活率 (%)	化蛹率 (%)	蛹重 (mg/头)
米蛾幼虫	60.2 ± 4.7	30.7 ± 3.0 ^{a b}	61.6 ± 1.8 ^b	154.7 ± 8.9 ^a	90.0 ± 0.3	75.2 ± 1.2 ^{a b}	80.5 ± 5.3 ^{a b}
家蝇幼虫	59.2 ± 2.2	35.6 ± 1.5 ^a	73.5 ± 2.6 ^a	142.3 ± 7.5 ^b	90.7 ± 0.2	80.3 ± 3.1 ^a	85.7 ± 3.1 ^a
斜纹夜蛾幼虫	60.8 ± 3.8	29.3 ± 1.4 ^b	58.2 ± 1.3 ^b	155.4 ± 7.0 ^a	89.8 ± 0.1	65.4 ± 2.3 ^{b c}	74.0 ± 3.2 ^b
甜菜夜蛾幼虫	61.5 ± 3.3	28.4 ± 2.2 ^b	65.1 ± 2.1 ^b	160.7 ± 6.0 ^a	90.3 ± 0.5	70.5 ± 1.4 ^b	73.4 ± 4.5 ^b

注: 表中数据为平均值 ± 标准差; 同列数据后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)。(下同)

2.2 不同饵料对蚁狮消化利用的影响

由表 2 可知, 4 组蚁狮的近似消化率差异不显著; 食物利用率和食物转化率均以家蝇幼虫饲养的最高, 斜纹夜蛾饲养的最低, 用米蛾和甜菜夜蛾饲养的蚁狮, 它们的食物利用率和食物转化率显著低于用家蝇幼虫饲养的蚁狮, 但却显著高于斜纹夜蛾组, 而它们两者之间差异不显著。从以上结果可知, 在饵料消化利用方

面, 以用家蝇幼虫饲养的蚁狮效率最高, 其次是米蛾和甜菜夜蛾组, 斜纹夜蛾组最差。进一步说明家蝇幼虫是一种饲养蚁狮的极佳饵料。

2.3 家蝇幼虫饵料最佳投喂时间选择

由表 3 可知, 4 d₁喂组蚁狮的取食量显著高于 8 d₁喂组, 极显著高于 2、12 和 15 d₁喂组。4 d₁喂的老熟幼虫重显著高于其它各组, 其次为 8 d₁喂组, 2、12 与 15 d₁喂之间差异不显著。蚁狮体重增长也是 4 d₁喂组最高, 其次为 8 d₁喂组, 其余各喂组体重增长量低。2 d₁喂组蚁狮的幼虫历期极显著短于其余各组, 而 4、8、12、15 d₁喂组的幼虫历期差异不显著。化蛹率以 4 d₁喂组最高, 其次为 8 d₁喂组, 2 d₁喂组最低。4 d₁喂组的蛹重显著高于 8 d₁喂组, 极显著高于 2、12 和 15 d₁喂组。

表 2 不同昆虫饵料对蚁狮消化利用的影响

饵料	近似消化率 (%)	食物利用率 (%)	食物转化率 (%)
米蛾幼虫	94.4 ± 0.6	50.1 ± 2.5 ^b	53.1 ± 2.6 ^b
家蝇幼虫	93.6 ± 1.0	63.5 ± 2.1 ^a	67.9 ± 2.1 ^a
斜纹夜蛾幼虫	93.3 ± 0.7	37.9 ± 2.2 ^c	40.7 ± 2.3 ^c
甜菜夜蛾幼虫	92.6 ± 0.56	50.0 ± 2.5 ^b	54.0 ± 2.6 ^b

表 3 食物量对蚁狮生长发育的影响

处理	取食量 (mg/头)	老熟幼虫重 (mg/头)	体重增长 (mg/头)	幼虫历期 (d)	化蛹率 (%)	蛹重 (mg/头)
2 d ₁ 喂	104.3 ± 7.3 ^{Cd}	47.4 ± 1.8 ^c	43.1 ± 2.3 ^c	34.6 ± 2.3 ^{Bb}	61.2 ± 3.1 ^c	36.4 ± 1.6 ^{Bc}
4 d ₁ 喂	242.9 ± 14.0 ^{Aa}	84.3 ± 3.2 ^a	79.7 ± 3.7 ^a	153.6 ± 2.9 ^{Aa}	80.0 ± 2.5 ^a	71.8 ± 3.1 ^{Aa}
8 d ₁ 喂	174.0 ± 6.0 ^{ABb}	70.4 ± 1.8 ^b	64.0 ± 1.5 ^b	154.1 ± 1.5 ^{Aa}	77.3 ± 2.3 ^{ab}	54.2 ± 1.4 ^{ABb}
12 d ₁ 喂	139.3 ± 10.5 ^{BCc}	54.5 ± 3.5 ^c	49.1 ± 3.0 ^c	156.3 ± 3.4 ^{Aa}	70.6 ± 1.2 ^b	43.1 ± 3.2 ^{Bc}
15 d ₁ 喂	129.3 ± 8.8 ^{BCcd}	54.8 ± 2.7 ^c	49.8 ± 2.0 ^c	157.5 ± 2.7 ^{Aa}	64.1 ± 1.4 ^{bc}	40.8 ± 1.4 ^{Bc}

从以上结果可知, 尽管 2 d1 喂的幼虫发育历期最短, 但其老熟幼虫重、幼虫体重增长、蛹重在各组中均最低, 说明 2 d1 喂虽然可以加速蚁狮的发育, 但却不利于其物质的累积。通过比较以 4 d 饲喂 1 次家蝇幼虫最有利于蚁狮的生长发育。

3 讨论

试验表明, 在 4 种饵料中, 以家蝇幼虫饲养的蚁狮生长最佳, 且蚁狮对其的消化利用效率最高, 虽然米蛾幼虫饲养效果也相当不错, 但用米蛾饲养时, 其饲养效率仍显著低于用家蝇幼虫饲养的蚁狮, 说明家蝇幼虫的营养物质更容易被蚁狮消化吸收, 同时由于家蝇生活周期短, 人工规模化饲养简单, 因此更便于随时为蚁狮提供充足的饵料, 这就为今后大批量饲养蚁狮提供了保障。虽然本试验已证明家蝇幼虫是一种饲养蚁狮的优质饵料, 但却未证明这种饵料对蚁蛉生殖的影响, 考虑到目前国内外对蚁蛉成虫生活习性知之甚少, 因而不可能通过计算产卵数来评价其生殖力, 因此作者采取了测定卵黄蛋白的方法进行评估, 这方面的工作目前正在进行中。

穴蚁蛉幼虫在自然界中是以“守株待兔”的方式进行捕食的, 捕获猎物机率很低, 所以穴蚁蛉完成个体发育所需时间很长, 1 年最多发生 1 代, 如果提供足够的食物, 则有可能使蚁狮生长发育速率大大提高, 甚至可能改变其化性。张宣达等在保持猎物充足的人工饲养条件下, 使穴蚁蛉 1 年完成了 3 个世代的发育, 因此他们认为穴蚁蛉的个体发育主要是受到幼虫期捕食机率的制约^[5]。本试验 15 d1 喂组蚁狮的取食量与 2 d1 喂组无显著差异, 但其幼虫历期

却是 2 d1 喂组蚁狮的 4 倍多, 可见提高投饵频率促进了蚁狮的发育速率, 说明蚁狮的捕食机率极大地影响蚁狮发育速率, 这与张宣达等的研究结果一致^[5]。但也并非投饵频率越高越好, 当作者将投饵频率提高到 2 d1 喂时, 蚁狮的体重与蛹重反而大大下降。推测可能是由于频繁投喂饵料, 迫使蚁狮不得不经常修整陷阱, 有时甚至需要重新建造陷阱, 这就使蚁狮额外消耗了许多能量, 导致 2 d1 喂蚁狮虽然生长速度快, 但有效物质积累反而降低, 从而降低蚁狮老熟幼虫重、幼虫体重增长量和蛹重。有关这方面的机理尚待进一步研究。

参 考 文 献

- 1 魏永平. 药用昆虫养殖与利用技术大全. 北京: 中国农业出版社, 2004 90~105.
- 2 周汉辉, 杨集昆. 谜一般的蚁蛉. 北京: 中国农业科技出版社, 2000. 45~46 99~101
- 3 黄伯有, 苏志坚, 王方海, 等. 蚁蛉生物学研究进展. 昆虫知识, 2008 45(5): 703~707.
- 4 周汉辉, 张宣达, 古德祥. 在人工饲养条件下加速蚁狮发育试验. 昆虫天敌, 1992 14(1): 48~50.
- 5 张宣达, 周汉辉, 古德祥. 捕食量对穴蚁蛉个体发育的影响. 中山大学学报(自然科学版), 1994 33(2): 18~23.
- 6 周汉辉, 张宣达. 穴蚁蛉幼虫期的食物量对各虫态历期的影响研究. 昆虫知识, 1997 34(5): 288~291
- 7 杨沛. 蚁狮生物学和人工饲养. 动物药研究, 2002 25(1): 9~11.
- 8 陈其津, 李广宏, 庞义. 饲养五种夜蛾科昆虫的一种简易人工饲料. 昆虫知识, 2000 37(6): 325~327
- 9 李广宏, 庞义, 陈其津, 等. 一种饲养效果更佳的甜菜夜蛾人工饲料. 中国生物防治, 2002 18(3): 132~134
- 10 王琛柱. 棉酚和单宁酸对棉铃虫幼虫生长和消化生理的影响. 植物保护学报, 1997 24(1): 13~18
- 11 李志刚, 韩诗畴, 郭明昉, 等. 取食不同食料植物对安婀珍珠蝶的营养利用及中肠四种酶活力的影响. 昆虫学报, 2005 48(5): 674~678.