

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 *Myrmelcon 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 *Myrmelcon 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 *Myrmelcon 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 *Myrmelcon 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 *Myrmelcon 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蚁狮, 这对提高穴蚁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, 专门研究了它们对蚁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蚁狮, 从而达到高效饲养蚁狮的目的。现将结果报道如下。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫: 穴蚁蛉幼虫, 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。用于饲喂蚁狮的幼虫体重为 20 mg 头左右。

1.3 试验方法

1.3.1 不同饵料对蚁狮生长发育的影响 用塑料杯 (口径 6 cm) 饲养蚁狮, 杯内盛 2~3 cm 厚干细沙 (过 40 目筛), 每杯饲养蚁狮 1 头, 饲养温度 $(27 \pm 1)^{\circ}\text{C}$, 光周期 12:12 (L:D)。实验分 4 组, 每组选大小基本一致、健康、2 龄刚蜕皮蚁狮 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。记录各组蚁狮的存活率、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。其中幼虫历期指蚁狮从 2 龄刚蜕皮到入沙化蛹的时间间隔。重复 3 次。

1.3.2 不同饵料对蚁狮消化利用的影响 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 龄刚蜕皮蚁狮, 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 $(27 \pm 1)^{\circ}\text{C}$, 光周期 12:

12 (L:D), 记录各组各头蚁狮的初始体重、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蚁狮, 测定水分及氮含量。剩余蚁狮则让其结茧化蛹, 待羽化出成虫后, 收集宿便 (即蚁狮的粪便), 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 龄刚蜕皮蚁狮 30 头, 单头称重, 分别记录各组蚁狮的取食量、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 GB 190 1992 (E)《固体肥料—水分含量的测定— $(105 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 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]和李志刚等^[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 : 蚁狮的初始体重干重 (mg); W_t : 蚁狮的终末体重干重 (mg); I : 摄食量干重 (mg); G : 蚁狮体重增长量干重 (mg); F : 蚁狮宿便干重 (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 不同饵料对蚁狮生长发育的影响

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 ^{ab}	80.5±5.3 ^{ab}
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 ^{bc}	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, 其余各饲喂组体重增长量低。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 d1 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 d1 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 d1 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 d1 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 d1 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井, 有时甚至需要重新建造陷井, 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。有关此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, 韩诗晴, 郭明昉, 等. 取食不同食料植物对安婀珍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.