

饲料营养成分含量对美洲大蠊若虫生长发育的影响*

张李香^{1,2} 吴珍泉^{1**} 吴佳凡¹ 黄强¹

(1. 福建农林大学教育部生物农药与化学生物学国家重点实验室, 福州 350002;

2. 黑龙江大学农业资源与环境学院, 哈尔滨 150080)

摘要 本文研究了3种营养成分不同含量的饲料对美洲大蠊若虫生长和发育的影响, 结果表明, 美洲大蠊若虫孵化后取食饲料2 120天, 其平均体重为(35.95 ± 0.68) mg/头, 较取食饲料1、饲料3的美洲大蠊若虫的体重高; 美洲大蠊若虫对饲料3的日平均取食量(2.58 ± 0.48) mg/头较饲料2的日平均取食量(1.99 ± 0.83) mg/头多, 但美洲大蠊若虫从饲料2、饲料3中日摄食的蛋白质和脂类间无差异($P > 0.05$); 美洲大蠊若虫对饲料2的利用率(95.67 ± 1.32)%和食物转化效率(14.22 ± 6.48)%高, 与对饲料1、饲料3的利用率、食物转化效率间存在差异。美洲大蠊若虫取食饲料2较取食其他2种饲料更有利于其生长发育。

关键词 营养成分; 美洲大蠊; 若虫; 生长发育

饲料是影响昆虫生长发育及生殖的重要因素, 饲料中营养成分的比例则是影响昆虫能否正常生长、发育和繁殖的关键。据研究, 各种昆虫的营养需要, 在质上差异很少, 而在量的比例上则有较大的差别(忻介六和邱益三, 1986)。许多双翅目昆虫的饲料中若含糖类过多, 则抑制其生长和发育(忻介六和苏德明, 1979)。张李香和吴珍泉(2006)报道饲料中脂肪和蛋白质含量较高, 有利于美洲大蠊(*Periplaneta americana* L.)雌成虫的取食和生殖。王延年等(1984)报道了蜚蠊的几种饲料, 证实美洲大蠊取食这些饲料能够完成其生活史, 但是对饲料与蜚蠊生长发育的关系未做进一步研究。因此, 我们选取了3种营养成分不同的饲料, 测定了3种饲料对美洲大蠊若虫生长发育的影响, 选取适合美洲大蠊若虫生长发育的饲料, 为今后美洲大蠊的人工大量繁殖, 生产更多的美洲大蠊卵荚作为其天敌——啊氏啮小蜂(*Tetrastichus hagenowii* Ratzeburg)的寄主(Narasimham, 1984; 张李香和吴珍泉, 2005)。

1 材料与方 法

1.1 供试虫源及其饲料营养成分

收稿日期: 2007-11-09

* 基金项目: 福建省科技厅重点项目(2004y011)

** 通讯作者: E-mail: wuzq5198@126.com

供试美洲大蠊为室内人工饲养繁殖的第3代若虫。实验室温度(27 ± 1)℃, 相对湿度(70 ± 5)%。饲料营养成分分配比见表1。

表1 饲料营养成分分配比
Tab.1 Ingredient contents of three feedstuff

饲料 Feedstuff	蛋白质 Protein (%)	脂肪 Fat (%)	碳水化合物 Carbohydrate (%)
1	11.4	5.2	83.4
2	18.4	10.2	71.4
3	14.4	8.1	77.5

1.2 供试仪器与试剂

752型紫外可见分光光度计、电子分析天平分别为上海光谱仪器有限公司、上海光谱仪器有限公司产品。钼酸钠(分析纯)、高氯酸(分析纯)、丙酮(分析纯)分别购自中国医药(集团)上海化学试剂公司、金鹿化工有限公司、中国上海振兴化工一厂。硫酸(分析纯)、三氧化二铬(分析纯)、甲基纤维素(英国进口分装)分别为上海试剂四厂昆山分厂、上海试剂一厂、广州市天马精细化工厂产品。

1.3 试验方法

1.3.1 饲料对美洲大蠊若虫的影响: 在温度

(27 ± 1)℃, 相对湿度 (70 ± 5)%, 光照 L:D = 14:10 的养虫室内, 每种饲料饲养同一天孵化的美洲大蠊若虫 60 头, 每 10 头放入直径 8.5 cm, 高 15 cm 的养虫罐内, 罐内放置饲料和湿棉花, 饲料、湿棉花分别放置在直径 4 cm 的有机盒内。每天更换饲料和湿棉花, 每 15 天称 1 次若虫的体重, 每 30 天收集 1 次若虫排泄物。收集时间共持续 120 天。

1.3.2 美洲大蠊取食量和食物转化效率的测定: 采用氧化铬法测定若虫的取食量及食物转化率(郭郭和忻介六, 1988)。此法是以氧化铬粉末加在饲料中作为指示物(此成分无毒, 无感觉刺激作用, 不为昆虫肠道吸收)。配制成含 4% 的氧化铬饲料供美洲大蠊取食, 收集它的粪便加高氯酸、硫酸消化, 随后加二苯卡巴肼, 使用分光光度计进行比色测定。通过计算食物和粪便中氧化铬的浓度, 可以计算出美洲大蠊若虫对各饲料的摄入量、食物利用率、食物转化效率等营养指标。

取食量 = (排泄物中氧化铬浓度/食物中氧化铬浓度) × 排泄物重量; 食物利用率 = [(排泄物中氧化铬浓度 - 食物中氧化铬浓度) / 排泄物中氧化铬浓度] × 100%; 食物转化效率 = (虫体增重/取食量) × 100%。

1.3.3 数据分析: 所有数据的整理和分析均采用微软的 Excel 2000 软件以及 DPS 数据处理软件进行(唐君义和冯明光, 2002)。

2 结果

2.1 饲料对美洲大蠊若虫体重的影响

昆虫取食后, 食物在消化道被消化、吸收, 吸收的营养物质一部分被产生能量所消耗, 另一部分组成体内成分, 使体重增加。取食营养成分充足时体重增长快, 反之则慢(陈志辉等, 1980; 陈志辉和钦俊德, 1982)。取食 3 种饲料的美洲大蠊若虫体重有不同程度的增重(图 1)。孵化后 15 天, 取食饲料 1、饲料 2、饲料 3 的若虫平均体重分别为 (7.66 ± 0.33) mg/头、(9.49 ± 0.52) mg/头和 (9.75 ± 0.31) mg/头。孵化后 120 天, 取食饲料 1、饲料 2 及饲料 3 的美洲大蠊若虫的平均体重分别是其刚孵化时体重的 3.59、9.49 和 8.75 倍, 美洲大蠊取食饲料 2 和饲料 3 后体重增加的量明显大于取食饲料 1 的若

虫体重增加的量, 表明饲料中蛋白、脂类含量的增加, 有利于美洲大蠊若虫的发育。美洲大蠊若虫孵化后体重变化分别模拟为如下 3 个方程, 饲料 1: $y = 6.4523 + 0.0782x$ ($R^2 = 0.8545$); 饲料 2: $y = 6.0518 + 0.2798x$ ($R^2 = 0.9624$); 饲料 3: $y = 6.325 + 0.2521x$ ($R^2 = 0.9598$)。饲料 2 对美洲大蠊若虫体重变化的影响最明显, (回归系数值 $b = 0.2798$), 饲料 1 对美洲大蠊若虫体重变化的影响最小(回归系数值 $b = 0.0782$)。

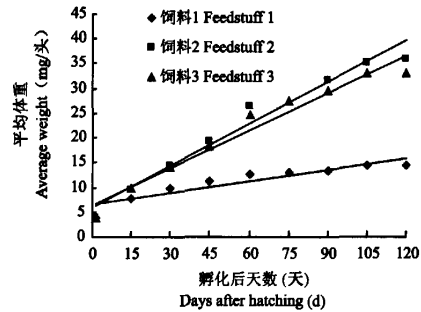


图 1 饲料对美洲大蠊若虫体重的影响
Fig. 1 The influence of three feedstuff on the weight of American cockroach nymph

2.2 饲料对美洲大蠊若虫取食量的影响

昆虫的取食量反映它对食物的嗜食程度, 美洲大蠊若虫孵化后 30 ~ 60 天对饲料 2 及饲料 3 的日取食量最大, 分别为 (3.16 ± 0.11) mg/头、(3.27 ± 0.12) mg/头。美洲大蠊若虫孵化后 1 ~ 30 天对饲料 1 的日取食量最大为 (0.83 ± 0.04) mg/头(图 2)。经新复极差法分析, 美洲大蠊若虫对饲料 2 的日平均取食量 (1.99 ± 0.83) mg/头与对饲料 3 的日平均取食量 (2.58 ± 0.48) mg/头间无差异 ($P > 0.05$)。美洲大蠊若虫对饲料 2、饲料 3 的日平均取食量与对饲料 1 的日平均取食量 (0.73 ± 0.09) mg/头差异显著 ($P < 0.01$)。美洲大蠊若虫孵化后 1 ~ 30 天, 对饲料 2、饲料 3 的日平均取食量分别是取食饲料 1 (0.83 ± 0.04) mg/头的 1.80 倍、2.95 倍。

美洲大蠊若虫对 3 种饲料中蛋白质、脂类及碳水化合物的日平均取食量间存在差异(表 2)。美洲大蠊若虫对饲料 3 中的脂类和碳水化合物的日平均取食量较取食饲料 2 的高, 但取食饲料 3 的美洲大蠊若虫的体重增加量比取食饲料 2 的少。

表 2 美洲大蠊若虫日取食的营养含量

Tab.2 The daily feeding amount of American cockroach nymph feeding on three feedstuff

饲料 Feedstuff	取食各成分含量 (mg/头) Ingredient contents of feeding on three feedstuff		
	蛋白质 Protein	脂类 Fat	碳水化合物 Carbohydrate
1	0.08 ± 0.01 bB	0.04 ± 0.01 bB	0.60 ± 0.07 cB
2	0.37 ± 0.15 aA	0.20 ± 0.08 aA	1.42 ± 0.59 bA
3	0.37 ± 0.07 aA	0.21 ± 0.04 aA	1.99 ± 0.37 aA

注：表中的数字为 Mean ± SE，同一列数据采用 Duncan's 新复极差法检验，不同大、小写字母分别表示在 0.01 与 0.05 水平上差异显著。下同。Note: The data in the table are mean ± SE. The different small and capital letters in a column indicate significant difference at 0.05 and 0.01 level by Duncan's multiple range test, respectively. The same bellow.

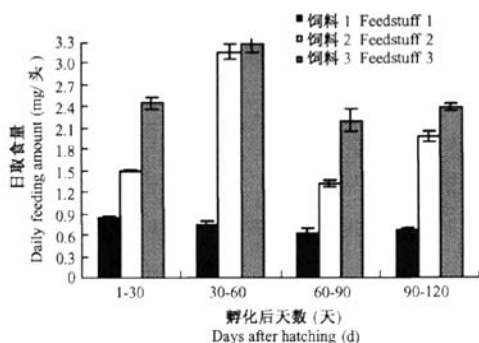


图 2 美洲大蠊不同日龄若虫的日取食量

Fig.2 The daily feeding amount of American cockroach nymph on three feedstuff

2.3 美洲大蠊若虫对饲料利用率的研究

美洲大蠊若虫取食饲料后对饲料的利用率是食物利用的重要指标 (陈志辉等, 1980; 陈志辉和钦俊德, 1982)。美洲大蠊若虫孵化后不同天

表 3 美洲大蠊若虫对饲料的利用率 (%)

Tab.3 The efficiency of feedstuff utilization of American cockroach nymph on three feedstuff

饲料 Feedstuff	孵化后天数 Days after hatching				平均值 Average
	1 ~ 30	30 ~ 60	60 ~ 90	90 ~ 120	
1	93.07 ± 2.14	94.22 ± 2.91	94.37 ± 0.78	94.72 ± 1.65	94.10 ± 1.66 bA
2	95.41 ± 2.09	95.84 ± 1.53	95.69 ± 1.57	95.74 ± 1.67	95.67 ± 1.32 aA
3	94.71 ± 1.64	95.16 ± 2.36	93.97 ± 0.83	95.23 ± 2.29	94.77 ± 1.52 abA

表 4 美洲大蠊若虫对饲料的转化率 (%)

Tab.4 The efficiency of feedstuff conversion of American cockroach nymph on three feedstuff

饲料 Feedstuff	孵化后天数 Days after hatching				平均值 Average
	1 ~ 30	30 ~ 60	60 ~ 90	90 ~ 120	
1	22.93 ± 0.75	12.74 ± 1.19	3.01 ± 0.59	6.14 ± 1.15	11.21 ± 8.18 abAB
2	23.66 ± 1.68	12.52 ± 1.90	13.49 ± 1.53	7.19 ± 0.93	14.22 ± 6.48 aA
3	14.15 ± 1.00	10.50 ± 1.94	7.67 ± 0.24	4.83 ± 0.27	9.29 ± 3.78 bB

数对 3 种饲料的利用率在 93.07% ~ 95.84%，它们对 3 种饲料的利用率间存在差异 (表 3)。美洲大蠊若虫对饲料 2 的利用率最高，平均为 (95.67 ± 1.32)%，分别比饲料 1 和饲料 3 的利用率高 1.57%、0.90%。说明美洲大蠊若虫能较好的消化、吸收饲料 2 中的各种营养物质。

2.4 美洲大蠊若虫对饲料转化效率的研究

美洲大蠊若虫孵化后不同时间对饲料的转化效率不同 (表 4)。美洲大蠊若虫孵化后前 30 天对饲料的转化效率最高，美洲大蠊若虫孵化后 90 ~ 120 天对饲料 1、饲料 2 及饲料 3 的转化效率分别比孵化后 1 ~ 30 天的低 16.79%、16.47%、9.32%。美洲大蠊若虫对 3 种饲料的平均转化效率间存在差异，说明美洲大蠊若虫取食营养成分比例不同的饲料，会影响其消化吸收转化为自身的比例。

3 讨论

研究结果表明，美洲大蠊若虫孵化后，取食饲料 1、饲料 2、饲料 3 120 天后其平均体重 (14.45 ± 0.54) mg/头、(35.95 ± 0.68) mg/头、(32.98 ± 1.26) mg/头间存在差异 (P < 0.05)，美洲大蠊若虫取食饲料 2 120 天后其体重最重，取食饲料 1 的若虫体重最轻。美洲大蠊若虫对饲料 2 的日平均取食量较对饲料 3 的日平均取食量少 0.59 mg/头，但美洲大蠊若虫从饲料 2 中日平均摄食的蛋白质和脂类与从饲料 3 中日平均摄食的两类营养成分的含量间无差异 (P > 0.05)，说明饲料 2 中各营养成分的含量及比例较饲料 3

的营养成分含量更适合美洲大蠊若虫的代谢及发育需要。而且美洲大蠊若虫对饲料 2 的利用率 (95.67 ± 1.32)% 较对饲料 3 的利用率 (94.77 ± 1.52)% ($P < 0.05$) 高 0.90%, 对饲料 2 的转化效率 (14.22 ± 6.48)% 比对饲料 3 的转化效率 (9.29 ± 3.78)% ($P < 0.01$) 高 4.93%。昆虫取食饲料后其体重增重的快慢与饲料中营养成分的含量及比例相关, 营养成分高且比例平衡, 则有利于昆虫的生长发育, 昆虫对该种饲料的利用率及转化效率也相应高。因此, 基于以上研究结果, 分析认为美洲大蠊若虫取食饲料 2 较取食其他两种饲料营养效应好, 因此, 宜选择饲料 2 作为大量人工繁殖美洲大蠊若虫的饲料。

参考文献

- 王延年, 郑忠庆, 周永生, 等. 1984. 昆虫人工饲料手册. 上海: 上海科学技术出版社. 257-260.
- 张李香, 吴珍泉. 2005. 寄主日龄对啊氏嗜小蜂寄生后代的影
响. 福建农林大学学报 (自然科学版), 34 (4): 438-440.
- 张李香, 吴珍泉. 2006. 饲料营养成分对美洲大蠊雌成虫取食和生殖的影响. 福建农林大学学报 (自然科学版), 35 (3): 239-242.
- 忻介六, 苏德明. 1979. 昆虫、螨类、蜘蛛的人工饲料. 北京: 科学出版社, 2-3.
- 忻介六, 邱益三. 1986. 昆虫、螨类蜘蛛的人工饲料 (续篇). 北京: 科学出版社, 2.
- 陈志辉, 陈娥英, 严福顺. 1980. 食料对于七星瓢虫取食和生殖的影响. 昆虫学报, 23 (2): 141-148.
- 陈志辉, 钦俊德. 1982. 七星瓢虫代饲料中水分的营养效应. 昆虫学报, 25 (2): 141-146.
- 唐启义, 冯明光. 2002. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 43-60.
- 郭鄂, 忻介六. 1988. 昆虫学实验技术. 北京: 科学出版社, 154-156.
- Narasimham, A. U. 1984 Comparative studies on *Tetrastichus hagenowii* (Ratzeburg) and *T. asthenogmus* (Waterston), two primary parasites of cockroach oothecae, and on their hyperparasite *Tetrastichus* sp. (*T. miser* (Nees) group) (Hymenoptera: Eulophidae). *Bull. Entomol. Res.*, 74: 175-189.

EFFECT OF FORAGE NUTRITIONAL COMPONENT ON THE DEVELOPMENT OF AMERICAN COCKROACH NYMPH*

ZHANG Li-Xiang^{1,2} WU Zhen-Quan^{1**} WU Jia-Fan¹ HUANG Qiang¹

(1. Key Laboratory of Biopesticide and Chemical Biology, Ministry of Education, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China; 2. College of Agricultural Resource and Environment, Heilongjiang University, Harbin, Heilongjiang 150080, China)

Abstract The effects of three feedstuffs on the development of American cockroach nymph were studied. The results showed that body weight of the nymph fed on the second feedstuff was higher than those fed on the other two feedstuffs. One hundred and twenty days after hatching, the average body weight of nymph fed on the second feedstuff was (35.95 ± 0.68) mg per nymph. The American cockroach nymph daily feeding amount was (2.58 ± 0.48) mg per nymph on the third feedstuff and was (1.99 ± 0.83) mg per nymph on the second feedstuff. The daily nutritional ingredient of American cockroach nymph fed on the second feedstuff and the third feedstuff was not different between protein and fat ($P > 0.05$). The efficiency of forage utilization (95.67 ± 1.32)% and forage conversion (14.22 ± 6.48)% of the nymph fed on the second feedstuff were higher than those fed on the other feedstuffs, and there was different among the three feedstuffs. Thus, the second feedstuff was better than the other two feedstuffs in improving the development of American cockroach nymph.

Key words Nutrition; American cockroach; Nymph; Development

* Author for correspondence