

二种改进人工饲料对红脉穗螟生长发育和繁殖的影响^{*}

甘炳春^{**} 黄良明 刘丽凤 杨新全 林一鸣

(中国医学科学院、中国协和医科大学药用植物研究所海南分所

海南省南药资源保护与开发重点实验室 万宁 571533)

Effects of two improved artificial diets on the development and reproduction of *Tirathaba rufivena*. GAN Bing-Chun^{**}, HUANG Liang-Ming, LIU Li-Feng, YANG Xin-Quan, LIN Yi-Ming (Hainan Branch Institute of Medicinal Plant, Chinese Academy of Medical Sciences, Peking Union Medical College. Hainan Provincial Key Laboratory of Resources Conservation and Development of Southern Medicine, Wanning 571533, China)

Abstract Growth, survival, fecundity and nutrition of *Tirathaba rufivena* Walker raised on two artificial diets and a natural food were studied at $(29 \pm 1)^\circ\text{C}$ and $(75 \pm 5)\%$ RH. Larvae reared on the artificial diets had faster larval growth and development, a higher larval survival rate, heavier pupae and higher adult fecundity than those reared on the natural food (young coconut fruit). The relative growth rate (RGR), efficiency of conversion of ingested food (ECI) and efficiency of conversion of digested food (ECD) of larvae fed the artificial diets were significantly higher than those of larvae fed the natural food. Conversely, the relative consumption rate (RCR) of larvae fed the artificial diets was significantly lower than those of larvae fed the natural food. These results indicate that the two kinds of artificial diets used are suitable for mass rearing *T. rufivena*.

Key words *Tirathaba rufivena*, artificial diets, growth and development, fecundity, utilization and conversion of food

摘 要 在温度 $(29 \pm 1)^\circ\text{C}$ 和相对湿度 $75\% \pm 5\%$ 条件下,研究了 2 种改进人工饲料和天然饲料椰子幼果对红脉穗螟 *Tirathaba rufivena* Walker 生长发育、繁殖力和营养的影响。结果表明:与天然饲料相比,用改进人工饲料饲养的红脉穗螟幼虫生长发育速度、幼虫存活率、蛹重及产卵量均提高;幼虫相对生长率(RGR)、食物利用率(ECI)及食物转化率(ECD)均显著提高,而相对取食量(RCR)则显著降低。表明红脉穗螟幼虫对 2 种人工饲料有很好的适应性,可用于大量饲养。

关键词 红脉穗螟,人工饲料,生长发育,繁殖力,食物的利用和转化

昆虫学研究常需要大量发育整齐和生理标准一致的供试昆虫,人工饲料饲养不仅可以满足这一需要,而且能解决因季节性原因造成饲料短缺而无法保证试验虫源供给问题^[1,2]。红脉穗螟 *Tirathaba rufivena* Walker 为槟榔、椰子、油棕等棕榈科植物的主要害虫,该虫在海南各地普遍发生为害,对槟榔的株被害率达 $10\% \sim 67\%$,花果穗被害率为 $10\% \sim 40\%$,是影响槟榔产量的重要因素之一^[3,4]。陈思亮等曾经对红脉穗螟人工饲料及饲养进行过研究和报

道^[5],为红脉穗螟的人工饲料饲养技术奠定了很好基础,但该人工饲料饲养结果的各项指标与天然饲料相比均有一定的差距,尤其是成虫繁殖力必须在幼虫 3 龄期进行天然饲料转换才有所提高,尚无法实现人工饲料多世代的持续大量饲养。人工饲料开发中寄主材料成本过高

^{*} 资助项目:“十一五”国家科技支撑计划课题“重点道地南药良种选育及规范化生产关键技术研究”(2007BAI27B03)。

^{**} E-mail: ganbingchun@sohu.com

收稿日期:2009-09-08,修回日期:2009-09-30

和成虫繁殖力低等问题有待研究解决。本项研究在原配方的基础上进行改进和筛选,最后确定以大豆或玉米、槟榔果梗、麦胚芽和啤酒酵母为主要原料,配以蔗糖、九维片组成新的饲料配方,将改进后的人工饲料与天然饲料对红脉穗螟生长发育和繁殖的影响进行了比较饲养试验与研究,现将结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 虫源

从田间采集红脉穗螟老熟幼虫或蛹,于室内饲养至成虫,然后成虫配对于塑料盒中,以10%糖水为补充营养,盖上纱布供成虫产卵,取正常卵进行试验。

1.2 饲料成分与制备

1.2.1 饲料配方 本试验采用2种人工饲料配方,两者仅有大豆和玉米不同,为表述方便,分别将2种人工饲料简称为大豆和玉米饲料。配方组成见表1。

表1 人工饲料配方组成

成分	已报道 配方 ^[1]	改进饲料配方	
		大豆	玉米
椰幼果(g)	10		
槟榔果梗(g)		10	10
大豆(g)	15	10	
玉米(g)			10
麦胚芽(g)		8	8
蔗糖(g)		8	8
啤酒酵母(g)	9	9	9
九维片(g)		3	3
多维葡萄糖(g)	7.5		
山梨酸(g)	0.5	0.5	0.5
琼脂(g)	4	3	3
水(mL)	100	100	100

1.2.2 原料来源及加工方法 将黄豆晒干或烘干后粉碎过80目筛,于高压消毒器中以15磅压力处理30 min;将玉米粉碎过80目筛,在120℃下,烘烤90 min;将槟榔果梗切成0.3~0.5 cm厚的小片,在60℃温度下烘干,粉碎过80目筛,然后在高压消毒器中以15磅压力处理20 min;啤酒酵母为上海生物科技有限公司生产;麦胚芽为山东省烟台市神恩食品有限公

司生产;蔗糖由广东光华化学厂有限公司生产;九维片为杭州民生药业集团有限公司出品;山梨酸钾由上海伯奥生物科技有限公司生产。

1.2.3 饲料的配制方法 (1)用30%的水溶解蔗糖和九维片;(2)将大豆粉或玉米粉、槟榔果梗粉、啤酒酵母和麦胚芽混合均匀;(3)将(2)倒入(1)中搅拌均匀;(4)用70%水将琼脂热溶后,趁热加入山梨酸钾,再煮约2 min;(5)将(3)的混合物倒入(4)中,充分搅拌均匀,最后装于培养皿中,压平压实后贮存于冰箱里备用。

1.3 饲养方法

1.3.1 幼虫 将人工饲料切成约0.3 cm厚,平铺于12 cm的培养皿中。将黑头期卵从纱布上剪下,置于饲料上面让其孵化,初孵幼虫自动取食。每种饲料均设3个重复,每个重复50粒卵,第2 d统计未孵化卵和幼虫数。以天然饲料椰子幼果为对照,在饲养过程中根据天然饲料被取食情况适时更换。人工饲料饲养幼虫至化蛹,期间不更换饲料。每天定时观察幼虫的取食情况,记录其死亡和化蛹数。

1.3.2 蛹 化蛹后雌雄分开,24 h内称其重量,然后置于养虫笼中观察记录羽化数量,统计羽化率。

1.3.3 成虫和卵 成虫羽化后,将成功交配的雌雄成虫置于Φ7 cm塑料杯中,一杯一对,杯口盖上纱布供成虫产卵,以棉球吸10%的糖水为补充营养,每天更换一次纱布和糖水棉球,记录产卵量直至雌成虫死亡,每种饲料观察成虫15对。取2~3日龄成虫所产的卵置于培养皿中孵化,每饲料观察卵150粒,统计孵化率。

饲养观察在温度(29±1)℃,相对湿度75%±5%,自然光照周期条件下进行。

1.4 饲料利用和转化的测定

选取生长发育一致的4龄幼虫分别单头称其重量,饲以人工饲料和椰子幼果,每种饲料各10头幼虫,单头编号饲养。72 h后取出剩余食物,饥饿6 h,使其排空粪便,将幼虫、剩余食物和粪便分别在80℃下烘干至恒重,并分别用1/10 000电子分析天平(AL104-4C型,梅特勒-

托利多仪器(上海)有限公司)称重量。另取一组 4 龄幼虫和各种饲料称其重量,在相同温度下烘干至恒重,测含水量。根据试前饲料干重(A)、饲后饲料干重(B)、试前幼虫干重(C)、饲后幼虫干重(D)、粪便干重(E)和饲养天数(d)计算各项营养指标^[6,7],用 Duncan 新复极差法进行差异显著性测验。

营养指标计算方法:

幼虫相对生长率(RGR) = (D - C) / { 【 C + D) /2] × d },

幼虫相对取食量(RCR) = (A - B) / { 【 C + D) /2] × d },

近似消化率(%) (AD) = 【 A - B - E) / (A - B)] × 100,

食物利用率(%) (ECI) = 【 D - C) / (A - B)] × 100,

食物转化率(%) (ECD) = 【 D - C) / (A - B - E)] × 100.

2 结果与分析

2.1 对幼虫生长发育的影响

不同饲料对幼虫生长发育的影响力见表 2,从表 2 可看出,不同饲料对幼虫发育历期有明显影响,人工饲料饲养幼虫历期短于对照(以椰子幼果作为饲料),2 种人工饲料与对照间达到极显著差异。大豆饲料和玉米饲料幼虫

存活率分别比对照高 28. 77% 和 26. 31%,雌性蛹重分别高于对照 41. 90% 和 46. 72%,雄性蛹重高于对照 21. 86% 和 26. 06%,而雌雄蛹的羽化率也都等于或高于对照。结果表明,2 种人工饲料不仅有利于幼虫的生长发育,而且幼虫发育较对照整齐。

2.2 对成虫繁殖力的影响

不同饲料对成虫繁殖力的影响见表 3,由表 3 可知,在室内条件下幼虫取食改进人工饲料对成虫的寿命、产卵期及产卵量均有所提高,大豆饲料和玉米饲料饲养的雌成虫寿命分别高于对照 14. 22% 和 13. 62%;产卵期分别比对照延长 19. 17% 和 13. 60%;单雌平均产卵量比对照提高 32. 95% 和 52. 46%。不论人工饲料还是天然饲料,雌成虫产卵量不同个体间差异均较大,而卵孵化率却差异很小,均达 95% 以上。

2.3 幼虫对饲料的利用与转化

不同饲料饲养红脉穗螟的营养效应见表 4,由表 4 可知,2 种人工饲料各项营养指标除近似消化率外,其余指标均优于对照,均达极显著水平差异。幼虫取食天然饲料椰子幼果时食量大,排粪多,但生长慢,而且对饲料的利用和转化率低。而人工饲料则相反,幼虫对食物的利用和转化率均高于对照 4 ~ 5 倍之多。可见,改进后的 2 种人工饲料对红脉穗螟幼虫均有很好的适应性,特别适合于大批量的集中饲养。

表 2 不同饲料对红脉穗螟生长发育的影响

饲料	历期(d)		幼虫存活率 (%)	蛹重(mg)		羽化率(%)	
	幼虫	蛹		♀ 蛹	♂ 蛹	♀ 蛹	♂ 蛹
大豆	16. 28 ± 0. 60A	8. 15 ± 1. 65	86. 89 ± 3. 21	66. 82 ± 5. 91	50. 18 ± 3. 76	86. 36 ± 2. 65	88. 34 ± 3. 57
玉米	16. 57 ± 0. 83A	7. 87 ± 2. 01	85. 03 ± 3. 12	69. 09 ± 3. 73	51. 91 ± 3. 65	90. 43 ± 0. 75	88. 30 ± 1. 26
对照	20. 33 ± 1. 11B	7. 96 ± 2. 39	67. 32 ± 3. 62	47. 09 ± 5. 09	41. 18 ± 6. 24	86. 40 ± 3. 14	85. 61 ± 4. 12

注:表中所列数据为平均值 ± SD;不同字母表示 Duncan 多重比较检测差异显著(P < 0. 01)。(下表同)

表 3 不同饲料对红脉穗螟繁殖力的影响

饲料	雌虫寿命(d)	产卵期(d)	单雌平均产卵量(粒)	卵孵化率(%)
大豆	13. 33 ± 2. 53	12. 00 ± 2. 48	468. 33 ± 154. 61	95. 04 ± 0. 58
玉米	13. 26 ± 3. 93	11. 44 ± 3. 82	537. 07 ± 202. 17	96. 03 ± 0. 61
对照	11. 67 ± 1. 72	10. 07 ± 1. 58	352. 27 ± 98. 15	96. 34 ± 1. 52

表 4 红脉穗螟幼虫对饲料的利用与转化效率

饲料	相对生长率 (mg/mg·d)	相对取食量 (mg/mg·d)	近似消化率 (%)	食物利用率 (%)	食物转化率 (%)
大豆	0.35 ± 0.01 A	2.42 ± 0.12 A	58.51 ± 5.73 A	14.99 ± 1.06 A	22.01 ± 2.87 A
玉米	0.37 ± 0.05 A	2.37 ± 0.43 A	61.36 ± 5.79 A	16.08 ± 3.28 A	26.49 ± 6.32 A
对照	0.18 ± 0.02 B	6.41 ± 0.86 B	57.05 ± 6.50 A	2.92 ± 0.42 B	5.19 ± 0.97 B

3 结论

为了引诱昆虫取食,在人工饲料中添加一定量的寄主材料作为取食刺激物是简单而有效的方法。在已报道的红脉穗螟人工饲料中以椰子幼果作为寄主材料取得了很好的效果,但椰子幼果必须随采随用,加工和使用都不方便,而槟榔果梗经过切片、烘干和粉碎后可长期保存和使用,不受季节限制。另一方面,椰子幼果必须采摘于果实形成最初时期,可供利用的果小量少,但实际上是以损失市场价格不菲的成熟果实为代价的,而槟榔果梗为槟榔采收时的废弃材料,量特别大,是废物的充分有效利用,这在很大程度上降低了人工饲料的制作成本。其他成分均为从一般市场上可购买的普通食品和动物饲料,无需来源困难和价格偏高的材料。

人工饲料饲养红脉穗螟幼虫比天然饲料历期短,且发育整齐。这说明在人工室内集中饲养条件下,人工饲料更为优越。分析其原因是天然饲料在离体情况下容易变质,同时幼虫取食的天然饲料时产生的虫粪较多,幼虫期需要更换饲料和清理虫粪 3 次,频繁更换饲料和清理虫粪都会影响幼虫的正常取食和生长。人工饲料的营养成分能满足幼虫生长发育的需要,虽然对食物的取食量少,但利用与转化率却很高,而且人工饲料配制可采取有效方法避免饲料的变质,在整个幼虫期不需更换饲料或清理虫粪,操作简便,幼虫的生长发育不受影响。因此,应用改进后的 2 种人工饲料饲养红脉穗螟

不但能节省饲料和管理时间,而且生长发育的各项指标均达到或优于天然饲料,可用于大批量繁殖幼虫。

红脉穗螟在海南岛年发生 8 ~ 10 代,且世代重叠,是一种以幼虫钻蛀为害花果的隐蔽性害虫,且为害对象均为高大的棕榈科植物,喷药防治十分困难。利用天敌昆虫扁股小蜂 *Elasmus* sp. 对该虫进行防治是目前我们致力研究及推广应用的无公害综合防治的技术之一。利用人工饲料大量饲养寄主,为寄生蜂的培育提供原料,是本项天敌生物防治的重要技术环节。因此,红脉穗螟人工饲料及饲养技术的成功为天敌昆虫的规模化饲养和利用提供了有力的技术支撑和坚实的基础。

参 考 文 献

- 1 王延年,郑忠庆,周永生. 昆虫人工饲料手册. 上海:上海科学技术出版社,1984.
- 2 王延年. 昆虫人工饲料的发展、应用和前途. 昆虫知识. 1990,27(5):310~312.
- 3 樊瑛,甘炳春,陈思亮,等. 槟榔红脉螟的调查研究初报. 中药通报. 1986,11(2):8~9.
- 4 樊瑛,甘炳春,陈思亮,等. 槟榔红脉穗螟的生物学特性及其防治. 昆虫知识. 1991,28(3):146~148.
- 5 陈思亮,樊瑛,甘炳春. 应用人工饲料饲养红脉穗螟的研究. 昆虫知识. 1992,29(2):118~119.
- 6 张勇,王开运,原晓玲,等. 人工饲料与天然饲料饲养条件下烟青虫的生长发育和繁殖力比较. 昆虫知识. 2006,43(4):545~547.
- 7 汤德良,王武刚. 棉花品种对棉铃虫营养的影响. 中国农业大学学报. 1996,1(3):47~50.