

## 红棕象甲人工饲养技术研究

黄山春, 覃伟权\*, 阎伟, 李朝绪, 唐庆华, 马子龙, 钟宝珠 (中国热带农业科学院椰子研究所, 海南文昌 571339)

**摘要** 结合近年来在红棕象甲饲养方面的经验, 从红棕象甲供试虫源的获得、饲养方法、注意事项等方面, 详细地阐述了红棕象甲试种群人工饲养技术。采用该技术饲养的红棕象甲各项生长和发育指标正常。该饲养技术具有操作简便、饲养周期短、存活率高等优势, 是实现试虫规模化、全周年继代饲养的有效方法。

**关键词** 红棕象甲; 半人工饲料; 人工饲养技术

**中图分类号** S433.5 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)03-0139-04

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.03.041



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on Artificial Breeding Technique of Red Palm Weevil

HUANG Shan-chun, QIN Wei-quan, YAN Wei et al (Coconut Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Wenchang, Hainan 571339)

**Abstract** Combining with the experience of our research group in the breeding of red palm weevil in recent years, this paper expounded in detail the artificial feeding technology of the experimental population of red palm weevil from the aspects of the acquisition of the experimental insect source of red palm weevil, the feeding methods, and precautions. The growth and development indexes of the red palm weevil fed by the technology were normal. The technology had the advantages of simple operation, short feeding period and high survival rate, and was an effective method for realizing large-scale and full-age breeding.

**Key words** *Rhynchophorus ferrugineus*; Semi-artificial diet; Artificial breeding technology

红棕象甲(*Rhynchophorus ferrugineus* Olivier)属于鞘翅目(Coleoptera)象甲科(Curculionidae)害虫,是一种严重危害棕榈科植物的林业检疫性有害生物<sup>[1-3]</sup>。该虫主要以幼虫在寄主植物的叶柄基部和生长点附近的杆部钻蛀危害,受害症状初期不易发现,一旦发现,多无法挽救<sup>[4-6]</sup>。在对红棕象甲的生物学、生态学、化学和生物农药制剂的筛选、测定和入侵规律等方面的研究中需要大批量、发育一致的标准化供试虫源<sup>[7]</sup>。目前研究者往往使用甘蔗或棕榈植物新鲜组织来饲养红棕象甲,但使用甘蔗或棕榈植物新鲜组织饲养红棕象甲有非常明显的缺陷,首先,甘蔗生长、成熟有一定的季节性,因此在产量上往往不能满足需求,而棕榈植物价格十分昂贵,用于饲养红棕象甲成本偏高、浪费资源;其次,成虫将卵产在甘蔗或棕榈植物上,卵在挑拣时十分容易受到伤害,降低了卵的孵化率;最后,检查幼虫存活和发育情况时,一般需要剖开甘蔗或棕榈植物组织查找,但刚孵化的幼虫体型微小,且与植物组织颜色非常相近,这使得寻找幼虫变得十分不易,且很容易伤害到幼虫。以上原因使得研究者迫切需要找到一种可以代替甘蔗或棕榈植物新鲜组织的人工合成饲料或天然饲料。自20世纪70年代以来,国外陆续开展了对红棕象甲人工饲养技术的研究。1978年, Rahalkar等<sup>[7]</sup>发明了甘蔗渣半合成饲料,并成功饲养了多个世代。1997年Kaakeh等<sup>[8]</sup>利用他们发明的人工饲料饲养红棕象甲,尽管成

功地获得了成熟的幼虫、蛹和成虫,但卵存活率并未明显提高,成虫产卵量较使用甘蔗饲养红棕象甲的方法显著下降。2002年Salama等<sup>[9]</sup>用以棕榈冠组织、麦麸和麦片为主要成分的半人工饲料饲养红棕象甲,结果表明成虫产卵量有明显的提升,但幼虫期比甘蔗培养还有少许延长。2009年Shanina等<sup>[10]</sup>尝试使用20%的蜂蜜棉絮饲养成虫获得了成功,但继续尝试使用蘸满60%蜂蜜水的棉絮饲养幼虫时发现这种饲养方法下的幼虫仅达到4龄,而一般甘蔗饲养的幼虫可达9龄。王凤等<sup>[11]</sup>使用新的甘蔗饲养方法饲养的幼虫可达12龄,但整个世代发育历期高达130.80 d,整个世代存活率仅有21.67%。2011年Al-ayedh<sup>[12]</sup>使用以玉米粉、小麦粉为主要成分的半人工合成饲料,尽管成功饲养了红棕象甲,但幼虫的体重出现了严重下降。

从许多人工饲养红棕象甲的案例中可以看出,与从自然界采集试虫相比,人工饲养的红棕象甲有既不受寄主发育状况、生长季节等方面的限制,又有可以有效经济地获得大批量发育整齐一致试虫的优势。上述研究工作一定程度上解决了通过人工饲养技术手段比较经济地获得大批量发育整齐一致的试虫问题,但仍不能实现试虫高品质、规模化、周年继代饲养。笔者在国内外研究的基础上,提出了一种经济效益良好、操作简便的饲养方法,既可以批量获取大量试虫,又成功解决了使用甘蔗、棕榈植物新鲜组织培养红棕象甲的一系列问题。

## 1 红棕象甲人工饲养技术

### 1.1 供试虫源的获得

**1.1.1 信息素诱捕成虫。**在红棕象甲危害的棕榈园内,将诱捕器悬挂在树干或枝条上,也可以挂在埋植的“T”型支架上(“T”型支架也可由三脚架来代替),信息素诱芯挂置在诱捕器的第二层或第三层漏斗的中间。诱捕器悬挂高度以便

**基金项目** 海南省重点研发计划项目(ZDYF2017158);农业农村部“一带一路”热带项目(BARTP-06);海南省重大科技项目“槟榔黄化灾害防控及生态高效栽培关键技术研究示范”(ZDKJ201817);中国热带农业科学院基本科研业务费专项:槟榔产业技术创新团队(1630152017015)。

**作者简介** 黄山春(1981—),男,海南万宁人,助理研究员,从事棕榈植物害虫防治与研究。\*通信作者,研究员,从事有害生物监测与防治研究。

**收稿日期** 2019-07-26; **修回日期** 2019-08-21

于操作,诱捕器下端与地面的距离以 1 m 为宜。在红棕象甲发生区域 1 hm<sup>2</sup> 棕榈园挂 15 套诱捕器和信息素诱芯。每 7 d 收集虫源 1 次,14 d 加水或换水 1 次,90~120 d 更换 1 次信息素诱芯(图 1)。



注:A.红棕象甲诱捕器;B.诱捕到的成虫;C.人工采虫

Note:A. Red palm weevil trap;B. Trapped adult;C. Artificial picker

图 1 红棕象甲的诱捕与人工采集

Fig. 1 Entrapment and artificial collection of red palm weevil

**1.2 成虫的饲养** 将成虫按雌雄成虫 1:1 的配比放入直径 6 cm 的虫卵提取瓶(专利号:201720817706.6),每瓶 2 头。提取瓶盖插上一根铁丝,铁丝另一端吊有蘸满质量分数 20% 蜂蜜水的纱布裹住的小团棉球,瓶盖留有透气孔,等待成虫交配产卵。将养虫室室温控制在 24~28 ℃,光照 14 L:10 D,湿度 75%±5%,成虫将会在 1~6 d 后产卵,红棕象甲产卵时,成虫将产卵器插入棉球内,然后将卵产在棉球内,少数卵产在

棉球外。每 2~3 d 要检查提取瓶,将所产在棉球的卵用湿润的细毛笔轻轻挑到铺有水浸湿纱布的培养皿中,在(26±2) ℃的条件下,卵将在 1~2 d 内孵化为幼虫,再将培养皿中孵化的幼虫用湿润的细毛笔挑入饲养低龄幼虫的培养皿中。每 7 d 更换一次饲养成虫的棉球,并仔细解开纱布,拆开更换下来的棉球,将其中的卵与幼虫用湿润的细毛笔挑到不同的培养皿中(图 2)。



注:A.虫卵提取瓶的结构,A1.瓶体;A2.瓶盖;A3.透气孔;A4.悬挂绳;A5.棉球;B.虫卵提取瓶;C.规模化饲养成虫

Note:A. Structure of egg egg extraction bottle;A1. Bottle;A2. Bottle cap;A3. Venting hole;A4. Hanging rope;A5. Cotton ball;B. Egg egg extraction bottle physical map;C. Large-scale breeding adult

图 2 成虫饲养

Fig. 2 Adult feeding

### 1.3 幼虫的饲养

**1.3.1 幼虫人工饲料的成分及含量。**椰子粉 300 g、玉米粉 120 g、燕麦粉 120 g、干酪素 90 g、葡萄糖 60 g、蔗糖 60 g、酵母 30 g、韦氏盐 12 g、胆固醇 6 g、琼脂 60 g、水 1 900 mL、维生素 C 6 g、山梨酸钾 6 g。

**1.3.2 幼虫人工饲料的配制方法。**幼虫人工饲料的配制过程:①将琼脂加入到 70 ℃左右 1 600 mL 水中,继续加热直至煮沸,搅拌至完全融化,停止加热,随后将椰子粉、玉米粉、燕麦粉、干酪素、葡萄糖、蔗糖、酵母、韦氏盐、胆固醇倒入琼脂

匀浆中搅拌均匀,获得混合物 A;②将维生素 C 和山梨酸钾溶于 300 mL 水中,获得混合物 B;③将混合物 B 倒入混合物 A 中搅拌均匀得到混合物 C;④将混合物 C 倒入保鲜盒中,完全冷却凝固后放入 4 ℃冰箱中备用。

**1.3.3 人工饲养方法。**红棕象甲幼虫人工饲养方法:①将刚孵化的幼虫用湿润的细毛笔挑入盛有饲料的培养皿中,用保鲜膜封住培养皿,并留有透气孔;为了避免幼虫相互残杀,影响试验结果的准确性,低龄幼虫长到合适大小时(5 d 左右),需将其用塑料勺轻轻地舀到装有红棕象甲幼虫人工饲

料的饲养杯,封上保鲜膜并留有气孔,单头饲养至临近化蛹做茧(45 d 左右),在整个幼虫饲养过程中共调配饲料 6~7 次。②更换饲料时,需将饲料残渣清理干净,幼虫留在盒中,

再加入适量新的饲料,无需更换饲养杯和保鲜膜。饲养过程中,记录幼虫历期、幼虫存活率、蛹重、蛹历期、平化蛹率、羽化率、成虫体重、单雌产卵量和卵孵化率(图 3)。



注:A. 收集卵的培养皿;B. 饲养初孵幼虫的培养皿;C. 单头幼虫饲养杯

Note: A. Petri dish for collecting eggs; B. Petri dish for raising hatching larvae; C. Feeding cup for single larvae

图 3 卵与幼虫的饲养容器

Fig. 3 Egg and larva feeding container

**1.4 蛹的处理** 首先将新鲜的椰子壳劈开,取其外壳纤维部分切为条状,整齐的堆满塑料桶,再用勺子将成熟幼虫转移至椰子外壳纤维上,用保鲜膜封口并留下气孔,直至结茧(30 d 左右),期间定期检查桶内椰子壳的状态,观察幼虫是否已经结茧。待结茧完成,将红棕象甲的茧拣到带盖的塑料

罐中,封盖保存放于培养架上,待到在罐内可见破茧而出的红棕象甲成虫时(14 d 左右),将全部的茧人为拆开,取出成虫放于清水中洗净。再将雌雄成虫按照 1:1 配对放入装有蘸满质量分数 20% 的蜂蜜纱布裹住小团棉球的虫卵提取瓶中(图 4)。



注:A. 辅助化蛹结茧的椰子外壳;B. 茧;C. 装有茧的塑料罐

Note: A. Assisted the crucible coconut shell; B. Crucible; C. Plastic tank with crucible

图 4 辅助结茧的方法

Fig. 4 Method of assisted the crucible

## 2 注意事项

**2.1 清洁** ①卵的消毒。先用 10% 的福尔马林溶液在幼虫体外洗涤消毒,后用蒸馏水洗涤干净,放置于荫蔽处阴干。

②饲养器皿的清洁。用于饲养成虫的广口瓶,当成虫死亡后,将尸体从瓶中取出,并用清水清洗干净。用于存放茧的塑料罐,每次使用完成也需要清洗干净。

**2.2 环境卫生** 良好的环境卫生,能够显著降低红棕象甲生长环境中的病原微生物数量,为红棕象甲的生长发育提供环境保证。每天保持实验室干净,卫生,及时清理垃圾;注意通风换气,排除有害气体,使室内空气新鲜。

## 3 结论

用上述饲养方法饲养红棕象甲的效果,平均幼虫历期为 40.20 d,平均幼虫存活率 63.77%,平均蛹重 2.63 g,平均蛹历期 32.60 d,平均化蛹率 96.89%,平均羽化率 95.18%,平均成虫体重 0.94 g,平均单雌产卵量 147.36 粒,平均卵孵化率

89.71%。连续多代饲养结果表明,采用人工饲料饲养的红棕象甲各项生长和发育指标,如幼虫生长历期、幼虫存活率、蛹历期、羽化率显著优于天然寄主饲料饲养的红棕象甲;在性比、单雌产卵量、卵孵化率方面 2 种饲料饲养的红棕象甲无显著差异。总体而言,使用上述人工饲料饲养红棕象甲具有操作简便、成本低、饲养周期短、存活率高、省时省力等优势,是实现试虫高品质、规模化、周年继代饲养的有效方法。

## 4 讨论

综合考虑红棕象甲发育历期、幼虫存活率、化蛹率、羽化率、饲养过程的可操作性等因素,已报道的红棕象甲人工饲料配方存在的主要问题:①人工饲料中缺乏红棕象甲生长、发育、繁殖所必需的某些关键营养因子,使得单雌产卵量、卵孵化率较低,幼虫历期较长。②幼虫存活率低,红棕象甲存在老龄幼虫取食低龄幼虫的现象,因此该试验将适龄幼虫在饲养盒里单头培养;另一个造成幼虫存活率低的原因是,红

棕象甲成熟幼虫有利用寄主纤维化蛹结茧的特性,但已报道的人工饲养方法未考虑到这一点,导致老熟幼虫化蛹率不高,成虫畸形严重。该试验中,将老熟幼虫及时放置于椰子外壳纤维中,辅助幼虫化蛹,化蛹率接近100%,成虫几乎无畸形现象。因此,对适龄幼虫单头培养,及时辅助高龄幼虫化蛹,是提高幼虫存活率的关键。

该研究所研制的人工饲料使用了红棕象甲的天然寄主椰子,还辅助添加了燕麦、玉米和干酪素,为红棕象甲幼虫的生长和发育提供了丰富的营养物质,提高了幼虫存活率,缩短了发育历期。饲料中还添加了蔗糖、葡萄糖,饲料的口感好,红棕象甲幼虫喜爱取食。该研究所研制的人工饲料成分均是一些常见的营养物质,易获取、成本低廉,饲料制作过程简单易操作。整个幼虫发育期间仅更换6~7次饲料,有效降低了因频繁更换饲料导致的幼虫死亡率。试验中人工饲料所用的椰子粉为椰树干晒干打碎而得的粉末,辅助化蛹所利用的椰子壳为食用椰子水后废弃的椰子壳,几乎没有成本且来源广泛。使用人工饲料饲养的红棕象甲生活史参数与Kaakeh<sup>[13]</sup>在田间使用自然寄主饲养的红棕象甲参数相似,Giblin-Davis等<sup>[14]</sup>研究表明成虫体重并不会影响成虫的产卵量和卵孵化率。说明用该人工饲料饲养红棕象甲是完全可行的。

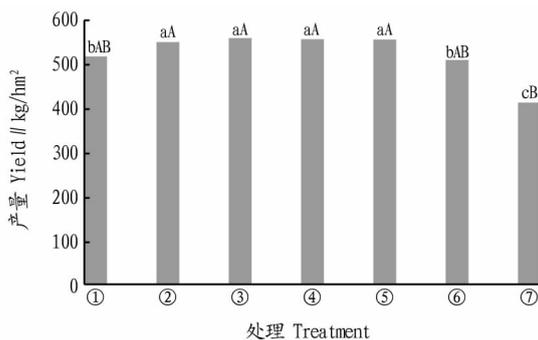
为了避免试验种群退化,该研究定期到野外收集利用信息素诱捕的成虫以及人工采集病树中的幼虫、蛹及成虫加入到试验种群中。目前实验室饲养的试验种群尚未出现种群退化的现象,未来饲养过程中是否会出现种群退化的现象尚未可知。虽然平均幼虫存活率较前人的结果而言有明显提升,但总体而言仍较低,只有60%左右,如何提高初孵幼虫的存活率有待进一步研究。下一步的研究应集中在人工饲料

配方的优化和操作规程的简化以及如何提高初孵幼虫成活率上,以期进一步降低饲养的难度和成本,实现红棕象甲虫高品质、规模化、周年继代饲养。

## 参考文献

- [1] 宋玉双. 十九种林业检疫性有害生物简介(II) [J]. 中国森林病虫, 2005, 24(2): 32-37.
- [2] 张润志, 任立, 孙江华, 等. 椰子大害虫——锈色棕桐象及其近缘种的鉴别[J]. 中国森林病虫, 2003, 22(2): 3-6.
- [3] 赵养昌, 陈元清. 中国经济昆虫志: 第20册 鞘翅目 象虫科[M]. 北京: 科学出版社, 1980.
- [4] 覃伟权, 赵辉, 韩超文. 红棕象甲在海南发生为害规律及其防治[J]. 云南热带农业科技, 2002(4): 29-30, 33.
- [5] 鞠瑞亭, 李跃忠, 杜予州, 等. 警惕外来危险害虫红棕象甲的扩散[J]. 昆虫知识, 2006, 43(2): 159-163.
- [6] 伍有声, 董祖林, 刘东明, 等. 棕榈植物红棕象甲发生调查初报[J]. 广东园林, 1998(1): 38.
- [7] RAHALKAR G W, TAMHANKAR A J, SHANTHARAM K. An artificial diet for rearing red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv. [J]. J Plantation Crops, 1978, 6: 61-64.
- [8] KAAKEH W, KHAMIS A A, ABOUL-NOUR M M. Life parameters of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Oliv., on sugarcane and on artificial diet [R]. 1997: 310-324.
- [9] SALAMA H S, ABDEL-RAZEK A S. Development of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier), (Coleoptera, Curculionidae) on natural and synthetic diets [J]. Anzeiger für schädlingkunde journal pest science, 2002, 75(5): 137-139.
- [10] SHANINA F, SALMA J, MEHREEN G, et al. Rearing of *Rhynchophorus ferrugineus* (Oliv.) in laboratory and field conditions for carrying out various efficacy studies using EPNs [J]. Pak Journal Nematol, 2009, 27(2): 219-228.
- [11] 王凤, 鞠瑞亭, 李跃忠, 等. 利用甘蔗饲养红棕象甲的技术[J]. 昆虫知识, 2009, 46(6): 967-969.
- [12] AL-AYEDH H Y. Evaluating a semi-synthetic diet for rearing the red palm weevil *Rhynchophorus ferrugineus* (Coleoptera: Curculionidae) [J]. International journal of tropical insect science, 2011, 31(1/2): 20-28.
- [13] KAAKEH W. Longevity, fecundity, and fertility of the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae) on natural and artificial diets [J]. Emir J Agric Sci, 2005, 17(1): 23-33.
- [14] GIBLIN-DAVIS R M, GERBER K, GRIFFITH R. Laboratory rearing of *Rhynchophorus cruentatus* and *R. palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) [J]. The Florida entomologist, 1989, 72(3): 480-488.

(上接第132页)



注:不同小写字母表示不同处理间差异显著( $P < 0.05$ );不同大写字母表示差异极显著( $P < 0.01$ )

Note: Different lowercase letters indicate significant differences between different treatments ( $P < 0.05$ ); different capital letters mean significant differences ( $P < 0.01$ )

图1 20%二氯喹啉草酮可分散油悬浮剂防除移栽水稻田一年生杂草后水稻产量

Fig. 1 Rice yield after 20% dichloroquinolinone dispersible oil suspension against annual weeds in rice transplanting fields

用量为有效成分用量 600 ~ 900 g/hm<sup>2</sup> (制剂 3 000 ~ 4 500 g/hm<sup>2</sup>),于移栽水稻返青后、稗草 1 ~ 3 叶期对水 600 L/hm<sup>2</sup> 喷雾,施药前排干水,施药后 1 ~ 2 d 内灌浅水保持 5 ~ 7 d。

## 参考文献

- [1] 朱德峰,程式华,张玉屏,等. 全球水稻生产现状与制约因素分析[J]. 中国农业科学, 2010, 43(3): 474-479.
- [2] 陈惠哲,朱德峰. 全球水稻生产与稻作生态系统概况[J]. 杂交水稻, 2003, 18(5): 1-4.
- [3] 蒋敏,李秀彬,辛良杰,等. 南方水稻复种指数变化对国家粮食产能的影响及其政策启示[J]. 地理学报, 2019, 74(1): 32-43.
- [4] 胡忠孝. 中国水稻生产形势分析[J]. 杂交水稻, 2009, 24(6): 1-7.
- [5] 程勇翔,王秀珍,郭建平,等. 中国水稻生产的时空动态分析[J]. 中国农业科学, 2012, 45(17): 3473-3485.
- [6] 庄家文,张峰,强胜. 浙江省水稻田杂草群落调查[J]. 植物保护学报, 2019, 46(2): 479-488.
- [7] 刘春根,彭春根,刘述华. 水稻栽培技术措施对稻米品质的影响[J]. 农业与技术, 2018, 38(21): 104-106.
- [8] 朱文达,魏守辉,张宏军,等. 10%氟草胺 EC 防除水稻直播田禾本科杂草的效果研究[J]. 湖南农业科学, 2011(9): 82-85.
- [9] 温莉娟,周菲,邹玉兰. 抗除草剂转基因水稻的研究进展[J]. 植物保护学报, 2018, 45(5): 954-960.
- [10] 于改莲. 稻田除草剂的正确施用方法[J]. 农药, 2001, 40(12): 43-45.
- [11] 彭学岗. 我国水稻田杂草对除草剂的抗性现状及防治策略[J]. 湖北植保, 2012(3): 62-63.