

# 用食物引诱剂和昆虫信息素联合作用监控储粮害虫的研究

李兴奎<sup>1</sup>, 鲁玉杰<sup>1</sup>, 仲建锋<sup>1</sup>, 孙俊景<sup>1</sup>, 赵国强<sup>2</sup>

(1. 河南工业大学粮油食品学院, 河南郑州 450052; 2. 河南省濮阳市国家粮食储备库, 河南濮阳 457000)

**摘要** 论述了食物引诱剂和昆虫信息素在储粮害虫防治方面的优缺点, 重点介绍了食物引诱剂和昆虫信息素联合作用方面的研究。研究表明, 食物引诱剂和昆虫信息素联合作用必将成为监控储粮害虫的有效工具。

**关键词** 食物引诱剂; 昆虫信息素; 联合; 监控; 储粮害虫

中图分类号 S379.5 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)07-02080-02

## Monitoring Stored Grain Insects by Combination of Food Attractant and Insect Pheromone

LI Xing-kui et al (College of Grain and Food, Henan University of Technology, Zhengzhou, Henan 450052)

**Abstract** The advantages and disadvantages of food attractant and insect pheromone on precaution of stored grain insects were analyzed, centering on the combination of food attractant and insect pheromone. The results showed that the combination of food attractant and insect pheromone was a effective tool on monitoring stored grain insects.

**Key words** Food attractant; Insect pheromone; Combination; Monitoring; Stored grain insects.

保护储粮免受害虫的感染是储藏过程中需要解决的重要问题。据相关资料, 在储藏期间因昆虫、螨类及霉菌的危害造成粮食的损失为5%~15%, 在一些未引入现代储粮技术的国家储粮损失高达10%~40%, 大大超过联合国粮农组织提出的粮食收后损失应小于5%的标准。目前, 商业上有效的熏蒸剂仅有溴甲烷和磷化氢2种。溴甲烷由于破坏臭氧层而被限制和逐渐禁止在一般的储粮中使用<sup>[1]</sup>; 长期使用磷化氢, 会使害虫产生了较强的抗性。虽然用于防治储粮害虫的化学药剂不存在残留问题, 但若使用不当则可能会危害到操作者的身体健康<sup>[2]</sup>。在科学发达的今天, 探索新的害虫控制手段、发展储藏物生物防治技术更为紧迫<sup>[3]</sup>。

近年来, 利用食物引诱剂、昆虫信息素与诱捕器相结合监测储粮害虫的研究已经引起越来越多储粮工作者的关注。根据诱虫数量预测害虫的发生期、发生量、分布区和危害程度, 为划分放置区域以进行局部熏蒸或选择其他防治方法提供依据。食物引诱剂、昆虫信息素与诱捕器作为储粮害虫监测和预报的工具, 具有准确性较高、可提前预测害虫的发生、操作简单、广谱性强、无污染等优点。

### 1 食物引诱剂和昆虫信息素在储粮害虫防治中的优缺点

昆虫信息素诱集害虫具有高效、专一的特点, 但只能针对某一种或某一类害虫。尽管食物引诱剂不如昆虫信息素在诱捕储粮害虫方面应用广泛, 但食物引诱剂具有广谱性, 可同时吸引多种害虫, 甚至可引诱活泼的、能爬行的幼虫<sup>[4]</sup>。食物引诱剂可以增强信息素的引诱作用, 使信息素对靶标害虫的诱性增效。食物引诱剂还有来源广、取材容易、成本低廉等特点<sup>[5]</sup>。食物引诱剂主要通过挥发性气味对害虫起作用。昆虫自身发出的气味物质少, 可信性强, 但在远距离不易被检测到; 寄主植物产生的挥发性物质在远距离范围就可以被检测到, 不足之处是不如前者可靠; 而植物挥发性物质释放量大, 提供的信息明显高于环境中其他信息, 从而将可信性与可检测性较好地结合起来<sup>[6]</sup>。

在害虫防治中, 多数将人工合成的食物引诱剂和杀虫剂混合起来引诱、检测或杀灭目标害虫<sup>[7]</sup>。很多研究表明, 昆虫和化学通信系统之间不是静止的, 植物、植食性昆虫、天敌昆虫之间在进化过程中会发生协同进化。进化的结果是对植物或昆虫本身有利的化学通讯方式保留下来<sup>[8]</sup>。随着越来越多的信息素的使用, 部分存活下来的个体产生的后代可能会改变其信息素的组成或改变其通信系统。

### 2 食物引诱剂与昆虫信息素联合防治储粮害虫的效果

在应用食物引诱剂监测储粮昆虫期间, 研究者发现植物中的挥发性物质对于昆虫的引诱起到了很大作用。植物释放的挥发性物质对昆虫性信息素有明显的增效作用。昆虫性信息素与植物气味相结合可能为寻找配偶的昆虫提供更复杂或更完全的信息。研究表明, 小蠹虫某些种类对受伤寄主产生的萜烯化合物有趋性, 能加强信息素的诱虫性<sup>[5]</sup>; 粮食气味浓缩物能扩大信息素对玉米象、米象、谷象的诱虫性<sup>[9]</sup>。对于一种或多种靶标害虫, 食物引诱剂、信息素与诱捕器相结合的技术具有明显的监测和防虫效果<sup>[10-11]</sup>。Kckens等报道, 食物引诱剂能加强信息素对害虫的诱捕作用<sup>[12-13]</sup>。关于食物引诱剂对信息素诱捕器的增效作用有2种解释, 即两者诱捕结果的数学累加<sup>[14]</sup>, 食物引诱剂对信息素起到协同增效的作用。Phillips等研究了2种储藏物害虫——米象和赤拟谷盗对食物挥发物的反应, 发现新鲜谷物挥发物——戊醛、麦芽酚和香草醛对米象有引诱作用, 对赤拟谷盗无作用; 燕麦油和麦芽油吸引米象, 稻米油、大豆油、燕麦油、麦芽油和玉米油对赤拟谷盗都有吸引作用; 由大豆油和麦芽油组成的一种商业产品对赤拟谷盗有很强的吸引作用, 对米象无作用; 由新鲜谷物挥发物戊醛、麦芽酚和香草醛与合成激素sitophinone组合使用, 对米象的引诱作用超过单独使用挥发物的混合物或合成激素; 由大豆油和麦芽油组成的商业产品与激素4,8-二甲基癸醛的混合使用, 对赤拟谷盗的引诱作用超过单独使用激素或该种商业产品<sup>[15]</sup>。Walgensbach等发现碎麦和玉米象信息素Stophilure结合有强烈的增效作用, 其引诱作用比单独使用碎麦或信息素大2倍以上。玉米象信息素加碎麦的监测系统可以成功诱捕至少达14周虫龄的玉米象<sup>[16]</sup>。Tenaterra研究表明, 诱捕器结合信息素和粉碎的粮食(大米、玉米、小麦)对玉米象和米象的引诱率

基金项目 国家科技攻关重大项目粮食丰产科技工程(2004BA52A19); 河南省科技攻关项目(0324010012)。

作者简介 李兴奎(1979-), 男, 河南新乡人, 硕士, 从事储藏物害虫防治方面的研究。

收稿日期 2006-12-04

高于信息素或食物诱饵单独使用之和, 谷物对信息素有协同增效的作用<sup>[17]</sup>。Barak 用瓦楞皱纹纸诱捕器结合信息素和食物诱饵成功地捕获了锯谷盗、杂拟谷盗、玉米象、窃蠹、米扁虫等成虫和斑皮蠹幼虫; 同时发现, 瓦楞纸诱捕器结合麦芽油或燕麦油不能将谷象从小麦中诱出, 诱捕器结合麦芽油(或燕麦油)与信息素能捕获到大量成虫, 说明信息素加强了麦芽油(或燕麦油)的诱虫性<sup>[18]</sup>。Javer 用探管诱捕器结合信息素和食物诱饵成功捕获了锯谷盗、大眼锯谷盗、锈赤扁谷盗、微扁谷盗、谷蠹等害虫<sup>[11]</sup>。最近研究表明,(4S,5R)-sitopnone 信息素与碎麦结合对玉米象和米象的引诱效果比单独使用信息素或碎麦的引诱效果要高<sup>[14]</sup>。Collins 将食物引诱剂和信息素与诱捕器结合, 发现诱捕到锯谷盗、杂拟谷盗、锈赤扁谷盗、小萼甲等的效果比单独使用食物引诱剂或信息素要好<sup>[19]</sup>。

Burkholder 等曾首先指出信息素在监测仓储害虫方面的价值。一些工作者倡议使用信息素、食物引诱剂和诱捕器等技术来监测和防治仓储害虫。最近研究主要围绕提高食物引诱剂和信息素联合作用的诱捕效果。Chunan 用食物引诱剂与信息素结合能准确估计烟草甲的虫口密度<sup>[20]</sup>。Chambers 等指出食物引诱剂结合信息素—植物油或是气味提取物能加强对鞘翅目仓虫的诱捕效果<sup>[21-22]</sup>。蒋小龙试验表明, 适宜浓度信息素与食物诱饵(麦芽果或燕麦油)结合的诱虫性优于单一的信息素或食物诱饵<sup>[23]</sup>。食物诱饵明显加强信息素对2种拟谷盗的诱虫效果。Hodges 发现, 新鲜谷物的挥发成分收集物和玉米象的信息素的诱捕率比两者分别使用时要高<sup>[24]</sup>。食物引诱剂与性信息素结合时, 代表了一种附加不同功能的气味诱性。许多研究表明, 植食性昆虫对寄主植物气味的识别过程中, 植物气味中各成分的浓度比例至关重要, 即昆虫能识别植物气味的化学指纹图。在寻找寄主阶段, 昆虫通过嗅觉感受器对寄主植物特异的气味进行识别。与植物接触后, 昆虫通过味觉感受器感知植物中营养成分比例<sup>[25]</sup>。植物释放的挥发性成份较多, 常以不同的浓度比例协同对昆虫起感觉刺激作用。但真正对昆虫寄主起定向作用的仅为一种或几种特异性的信息化合物<sup>[26]</sup>。食物引诱剂及其挥发性物质可以增加昆虫信息素的释放, 与昆虫信息素相结合可以提高引诱效率, 因此进一步研究谷物中易挥发的化学组分对于害虫的引诱增效机制, 对于推广食物引诱剂和昆虫信息素的联合作用的应用具有很重要的意义。

利用食物引诱剂、昆虫信息素与诱捕器结合的技术对害虫进行监测和诱捕。从生态学角度来防治害虫, 不仅符合环境保护的需要, 而且对于害虫抗药性的治理和实现绿色储粮都具有重要的理论意义和实践价值。食物引诱剂及其挥发物与信息素联合作用进一步提高了诱捕器的灵敏度。当其他监测方法尚未发现靶标昆虫时, 诱捕器内已经出现靶标昆虫。诱捕器的诱捕量可以反映某一区域内害虫发生的数量、种群分布情况和成虫羽化的高峰。

### 3 展望

在寻找寄主阶段, 植食性昆虫主要是通过嗅觉感受器对寄主植物特异性的气味进行识别。因此, 研究寄主谷物的挥发性物质、昆虫信息素以及它们之间的协同作用可以了解昆

虫各种行为的内在机理, 为研制食物源引诱剂、提高信息素诱剂的效能提供理论依据, 有助于更好地研究寄主—昆虫—天敌3层营养关系的实质。

### 参考文献

- [1] SHAYYA E, KOSIUKOWSKI M, EILBERG J, et al. Part oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored product insects[J]. *Journal of Stored Product Research*, 1997, 33(1): 7-15.
- [2] COX P D, COLLINS L E. Factors affecting the behaviour of beetle pests in stored grain[J]. *Journal of Stored Products Research*, 2002, 38:95-115.
- [3] THOMAS WP. Semicheicals of stored product insects: research and applications[J]. *Journal of Stored Product Research*, 1997, 33(1):17-30.
- [4] 沈兆鹏. 用信息素和食物引诱剂监控储粮害虫[J]. *粮食科技与经济*, 2005(2):7-10.
- [5] 蒋小龙. 仓储物昆虫化学信息物质的研究及应用新进展[J]. *粮食储藏*, 1996(3):15-20.
- [6] 张瑛, 严福顺. 虫害诱导的植物挥发性次生物质及其在植物防御中的作用[J]. *昆虫学报*, 1998, 41(2):204-214.
- [7] 杜家纬. 植物—昆虫间的化学通讯及其行为控制[J]. *植物生理学报*, 2001, 27(3):193-200.
- [8] TAKABAYASHI J, TAKAHASHI S, DICKE M, et al. Developmental stage of herbivore *Pseudaletia separata* affects production of herbivore-induced syringone by corn plants[J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1995, 21(3):273-287.
- [9] PHILLIPS J K, WALGENBACH C A, KLEIN J A, et al. (R\*, S\*)-5-hydroxy-4-methyl-3-heptanone: a male produced aggregation pheromone of *Stophilus oryzae* (L) and *Stophilus zeamais* Mtsch[J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1985, 11:1263-1274.
- [10] HINDGREN B S, BORDEN J H, HERCE A M, et al. A potential method for simultaneous, semiochemical-based monitoring of *Glyptotestes ferrugineus* and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Cucujidae and Tenebrionidae) [J]. *Journal of Stored Products Research*, 1985, 21:83-87.
- [11] JAVER A, BORDEN J H, HERCE H D. Evaluation of pheromone-baited traps for monitoring of Cucujid and Tenebrionid beetles in stored grain[J]. *Journal of Economic Entomology*, 1990, 83(1):268-272.
- [12] DICKENS J C, MORI K. Receptor chirality and behavioral specificity of the boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh (Coleoptera: Curculionidae) female pheromone, (+)-grandisol [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1989, 15:517-528.
- [13] DICKENS J C, JANG E B, LINGG D M, et al. Enhancement of insect pheromone responses by green leaf volatile[J]. *Naturwissenschaften*, 1990, 77:29-31.
- [14] LIKHAYO P W, HODGES R J. Field monitoring *Stophilus zeamais* and *Stophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) using refuge and flight traps baited with synthetic pheromone and cracked wheat [J]. *Journal of Stored Product Research*, 2000, 36:341-353.
- [15] PHILLIPS T W, JIANG X L, BURKHOLDER W E, et al. Behavioral response to food volatiles by two species of stored product Coleoptera *Stophilus oryzae* (Curculionidae) and *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae) [J]. *Journal of Chemical Ecology*, 1993, 19:723-734.
- [16] WALGENBACH C A, BURKHOLDER W E, CURTIS M J, et al. Laboratory trapping studies with *Stophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1987, 80:763-767.
- [17] TREMATERRA P. Survey of pheromone uses in stored-product pest control [J]. *Zeitschrift Für Angewandte Zoologie*, 1989, 76:129-142.
- [18] BARAK A V, BURKHOLDER W E. A versatile and effective trap for detecting and monitoring stored product Coleoptera [J]. *Agricultural Ecosystem and Environment*, 1985, 12:207-218.
- [19] COLLINS L E, CHAMBERS J. The I-Spy insect indicator: an effective trap for the detection of insect pests in empty stores and on flat surfaces in the cereal and food trades [J]. *Journal of Stored Product Research*, 2003, 39:277-292.
- [20] CHUMANT, KATO K, NOGUCHI M. Synthesis of (-)-semicorrin, 4, 6, 6-dimethyl-7-hydroxynonan-3-one a sex pheromone of the cigarette beetle (*Lasioderma serricorne*) [J]. *Agricultural Biology Chemistry*, 1979, 43:2005.
- [21] CHAMBERS J. Overview of stored-product insect pheromones and food attractants [J]. *Journal of Kansas Entomology Society*, 1990, 63:490-499.
- [22] COX P D. Potential for using semiochemicals to protect stored products from insect infestation [J]. *Journal of Stored Product Research*, 2004, 40:1-25.
- [23]

( 上接第2081 页)

[J] . 郑州粮食学院学报,1992(1) :17 - 24 .

[24] HODGES RJ, HALL D R, MBUGUAJ, et al . The response of *Prostephanus truncatus* (Coleoptera:Bostrichidae) and *Stophilus zeamais* (Coleoptera:Curculionidae) to pheromone and synthetic maize volatiles as lures in crevice and

flight traps[J] . Bulletin of Entomological Research, 1998 ,88 :131 - 139 .

[25] 娄永根, 程家安. 中国有害生物综合治理论文集 M . 北京: 中国农业出版社, 1996 :136 - 143 .

[26] 樊慧, 金幼菊, 李继泉, 等. 引诱植食性昆虫的植物挥发性信息化合物的研究进展[J] . 北京林业大学学报, 2004(3) :76 - 81 .