

甜菜夜蛾性信息素研究及应用进展

李颖, 浦冠勤

(苏州大学, 江苏 苏州 215123)

摘要: 甜菜夜蛾是我国多发的一种蔬菜害虫, 化学农药的大量使用造成其抗药性大幅上升, 防治效果明显下降。因此, 安全有效的生物防治已成为当前的研究热点, 其中利用昆虫性信息素进行害虫的测报与防治受到了广泛的关注和重视。现综述甜菜夜蛾性信息素的研究现状、性信息素在测报与防治中的应用以及利用性信息素的优点和局限性。

关键词: 甜菜夜蛾; 性信息素; 应用

中图分类号: S 435.663 文献标识码: A 文章编号: 1001-0009(2010)09-0215-04

甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hübner) 属鳞翅目夜蛾科, 又名贪夜蛾、白菜褐夜蛾, 是一种世界性分布的多食性农业害虫。从北纬 57° 至南纬 40° 均有分布, 在亚洲、澳洲、美洲、非洲及欧洲均产生过严重危害, 造成了巨大的经济损失^[1-3]。我国自 20 世纪 80 年代中后期以来, 甜菜夜蛾在各地的危害范围逐年扩大, 并造成了严重经济损失^[4-7]。长期以来对于甜菜夜蛾的防治大都以化学方法为主, 使其对多种杀虫剂产生了不同程度的抗药性, 导致了近年来的暴发, 且对生态环境造成了明显影响。因此, 寻求一种无公害可持续发展的防治方法已迫在眉睫。利用性信息素防治甜菜夜蛾是有效的措施之一。昆虫性信息素直接来自于虫体, 不会给人类和环境带来危害^[8], 有利于减缓昆虫对化学农药抗性的发展, 可以保护自然界中的天敌种类及种群数量, 保障环境和农产品质量安全^[9], 有利于农业生产的可持续发展。

1 甜菜夜蛾性信息素的研究进展

性信息素是指由昆虫某一性别个体分泌于体外, 能被同种异性个体所接受, 并引起异性个体产生一定的行为和生理反应(如觅偶、定向求偶、交配等)的微量化学物质^[10]。自 1959 年 Butenandt 从家蚕(*Bombyx mori*) 中分离并鉴定出昆虫的第一个性信息素—蚕蛾醇以来^[11], 全世界已经鉴定和合成的昆虫性信息素及其类似物达 2 000 多种^[12]。而在昆虫性信息素中, 有关蛾类性信息素的研究开展的较早, 也较为详尽, 并已逐渐应用于害虫预报与防治上。

1.1 甜菜夜蛾性信息素组分

第一作者简介: 李颖(1989-), 女, 安徽舒城人, 硕士, 研究方向为昆虫生态与综合治理。

通讯作者: 浦冠勤(1952-), 男, 江苏常熟人, 教授, 现主要从事园艺植物病虫害防治的教学与科研工作。

收稿日期: 2010-01-29

通过对甜菜夜蛾性信息素组分的研究, 可深入地了解其组成情况, 为人工合成性信息素提供理论依据, 应用于测报与防治。董双林, 杜家纬^[13] 采用气相色谱仪(GC)及气质联用仪(GC-MS)等技术的鉴定结果表明, 我国甜菜夜蛾雌蛾性信息素含有 4 种组分, 分别为 Z9, E12-14:Ac, Z9-14:OH, Z9-14:Ac 和 Z9, E12-14:OH。

1.2 甜菜夜蛾性信息素分泌及结合规律

在昆虫性信息素通讯系统中, 性信息素的接收与结合是一个重要环节。昆虫信息素结合蛋白(Pheromone binding proteins, PBP)是气味蛋白的一类, 它通过与性信息素的特异性结合, 来调控昆虫个体间寻偶和交配等行为。通过 PBP 的研究, 能进一步揭示昆虫性信息素通讯系统的分子调控机制, 并将其应用于昆虫的行为干预来进行害虫的测报与防治。修伟民等^[14] 通过对甜菜夜蛾雄虫触角中 PBP 的 cDNA 片段进行克隆与序列分析, 从中克隆出 2 个 cDNA 序列, 且与已知鳞翅目其它昆虫的 PBP 序列具有较高的同源性。周耀振等^[15] 利用 RNAi 干扰技术, 沉默了甜菜夜蛾信息素结合蛋白 1 基因(Sex-igPBP1)的表达, 发现处理雄蛾对性信息素主组分的触角电位反应显著下降, 证明了 PBP 在性信息素感受中的重要作用。

通常, 由于在昆虫的通讯系统中主要是靠雌虫分泌性信息素来引诱雄虫, 所以这方面的研究多集中于雌虫性信息素上。但随着研究的深入, 雄虫性信息素的功能及作用也逐渐显现, 这对深入了解昆虫的通讯系统机制、以及利用雄虫信息素来研发针对雌虫的调控技术以达到防治的目的具有重要意义。研究发现, 夜蛾科雄蛾性信息素的分泌腺体主要位于腹部、足和胸上^[16]。

董双林等^[17] 利用触角电位技术(Electroantennograms, EAG)测定了甜菜夜蛾雄蛾对 4 种性信息素组分及其混合物的触角电位反应。结果发现甜菜夜蛾性信息素的 4 种组分都能引起同种雄蛾的触角电位反应, 表

明甜菜夜蛾雄蛾触角上具有这 4 种化合物的感受细胞。Joseph 等利用 EAG 技术还发现, 甜菜夜蛾性信息素的分泌还受植物气味的影响, 且雄蛾的反应更大, 会分泌出更多的性信息素¹⁸。

当雄蛾被引诱到雌蛾或雌性诱芯附近时, 呈现出打开味刷的交尾行为反应。打开味刷是雄蛾通讯系统中重要的行为反应。董双林等¹⁹利用电生理及风洞等行为生测技术对雄蛾打开味刷的生理功能作了进一步研究, 发现雄蛾是通过打开味刷释放出一些挥发性化合物, 近距离作用于雌蛾, 抑制雌蛾进一步产生与释放性信息素, 不能再吸引其它的雄蛾前来竞争, 从而保证该雄蛾完成与雌蛾的交配。

1.3 甜菜夜蛾性信息素产生的影响因子

1.3.1 气候条件 温度影响化合物的挥发性和稳定性, 因此会影响到雌蛾性信息素的产生以及雄蛾对性信息素的行为反应。15~25℃最有利于甜菜夜蛾性信息素的产生, 而 10℃低温和 35℃高温则使性信息素的产生受到明显影响。10℃低温处理不仅使各组分的滴度产生显著改变, 而且使二元性信息素组分的比例受到显著影响²⁰。风速和气流影响着性信息素的扩散速度、方向以及结构组成, 风速过大还会影响到雌蛾性信息素的分泌, 扰乱雄虫对目标的飞行定向反应。

1.3.2 小环境条件 在田间, 雄蛾所面对的除了性信息素混合物, 还有各种植物的混合气味²¹以及寄主挥发性物质¹²等。这些混合的化学物质会干扰雄蛾对性信息素的辨别与接收。

1.3.3 地理区系的差异 长期的地理隔离、作物品种、环境条件等因子的差异导致昆虫在性信息素的释放量、组成和各组分比例上产生较大的变化, 对信息素的化学感觉反应及其行为反应也产生一定的变异。

1.3.4 时间节律 董双林等²³的研究发现, 甜菜夜蛾性信息素 4 种组分的滴度表现出了明显的时间节律, 在进入暗期时会逐渐增多, 并在进入暗期后 6.5 h 会有一个短暂的高峰期。在暗期结束以后的 4.5 h, 性信息素的滴度会逐渐降低至零。而在不同日龄的成虫中产生的性信息素滴度没有显著差别。此外, 相关研究还发现, 甜菜夜蛾交配与否对性信息素各组分的比例、滴度及个体间的变异均无显著影响, 不会影响雌蛾在下一暗期的求偶和交配。

2 利用性信息素进行甜菜夜蛾的综合防治

2.1 测报中的应用

性信息素在测报中的应用, 一是利用性信息素进行诱捕, 根据逐日诱蛾量变化情况, 判断各代成虫的发生始盛期和高峰期; 二是根据发蛾盛期情况, 利用期距法预测幼虫孵化盛期。这样便可预测出甜菜夜蛾的实际发生情况, 从而发布虫情预报, 指导大田防治工作。

2.2 防治中的应用

在应用甜菜夜蛾性信息素防治方面, 相关人士做了大量试验。李惠明等²⁴、许国庆等²⁵、施永康²⁶董双林等采用多种性信息素产品和诱捕器对甜菜夜蛾的诱捕结果表明, 性信息素产品对甜菜夜蛾的诱捕专一性强、活性高、诱蛾量大、诱芯的持效期长, 能够反映田间的实际发生量, 其效果优于黑光灯、频振式杀虫灯等诱捕器, 对进行准确预测和防治具有较高参考价值。根据 Sadao Wakamura²⁷的报道, 甜菜夜蛾性信息素制剂(测报用与防治用)在日本已投放市场, 用于防治葱田里的甜菜夜蛾, 与对照区相比, 处理区甜菜夜蛾卵和 1~2 龄幼虫密度分别降低了 94% 和 99%, 4~5 龄幼虫密度降低 96%²⁸, 其防效十分明显。

在性信息素各个组分不同比例和滴度对防治效果的影响上, 许国庆等和 Chung Ryul Junga 等研究发现, 人工合成甜菜夜蛾的信息素将两种组分 Z9 E12-14 : Ac 和 Z9-14 : OH 按 7 : 3 配比时, 诱虫活性最高; 诱芯剂量在 0.05~0.5 mg 范围内均有显著的诱虫效果, 过低或过高均导致诱捕率下降²⁹⁻³⁰。而不同性诱芯对甜菜夜蛾的诱捕效果方面, 多次试验均验证了宁波纽康生物技术有限公司研制的 PVC 毛细管诱芯, 在测报和防治上均具有诱捕力强、稳定性好、持效期长等优点, 效果明显好于其它产品³¹⁻³³。不同时期、不同方法应用性信息素防治, 效果上也有差别, 黄志农等³⁴的田间试验结果表明, 应用性信息素在成虫高峰期大量诱杀, 可有效减少田间卵量, 降低虫口密度和被害率。且性诱剂在悬挂高度为 100 cm 时的诱捕效果显著优于悬挂高度为 50 cm 时的诱捕效果。

但 Kems D L³⁵的试验也发现, 性诱芯在减少甜菜夜蛾幼虫数量上的效果并不持久, 表现在当虫口密度低时的效果较好, 而虫口密度高的情况下, 虽然合成性信息素可显著减少甜菜夜蛾成虫数量, 但对其后代的发生量却没有明显影响。

3 利用性信息素的优点与不足

3.1 利用性信息素防治的优点

利用性信息素进行防治有以下几方面的优点: 一是性信息素来自于自然界, 不会对自然界产生污染, 不伤害天敌, 不破坏生态环境; 二是性信息素的专一性强, 目标害虫不仅能提前探测, 而且捕获昆虫一般不须进一步分类和种类鉴定, 省心省力; 三是诱捕活性高, 灵敏性好, 效果优于其它防治方法; 四是性信息素的应用减少了化学药品的投放量, 可延缓害虫抗药性产生, 且本身不易使害虫产生抗性, 如果产生抗性也可通过改变组分比例得以解决; 五是性信息素使用方便, 不受人力物力或地理条件的限制, 大大扩大了其使用范围。

3.2 利用性信息素防治的不足

利用性信息素防治有以下几点不足之处:一是由于性信息素是通过空气扩散而发挥作用的,且其本身也会存在降解,因此易受环境条件的影响。如高低温、大雨、强风等恶劣环境条件下,对性信息素的使用影响较大,进而会影响到它的使用频率与实际效果。因此利用时应根据实际情况区别对待,防治效果也因地区、气候及种类而异;若利用其进行虫情预测,准确性还有待提高。二是利用性信息素监测害虫的虫态是成虫,而对于大多数蛾类害虫来说,成虫一般属于“非危害虫态”,真正危害作物的是幼虫,特别是高龄幼虫,通过诱捕量来推测害虫危害程度往往不太准确。自成虫到高龄幼虫之间的诸多环节正是害虫的防治适期,因此正确处理性信息素使用与害虫总体防治间的关系还有待研究。三是利用性信息素进行高密度种群的防治往往效率低下,在大田防治中起不到应有的效果,这方面的研究还有待深入。

4 应用性信息素的前景展望

随着化学农药的大量使用,害虫抗性、环境污染和害虫再猖獗的情况日趋严重,因此,寻求一种安全可靠又高效的害虫测报与防治方法,已成为有害生物综合治理的主要研究方向,生物防治作为综合治理中的重要环节而得到人们广泛的关注和重视。利用昆虫性信息素防治害虫具有安全、高效、专一的特点,随着人们环境保护意识的增强以及对绿色食品要求的提高,从长远角度看,利用性信息素的生物防治方法将会更加普及。虽然相关试验中利用性信息素的防治效果较好,但在田间实际使用时还存在受环境影响大、防效低、不能准确反映虫情等问题。因此,怎样更好地利用昆虫性信息素,包括提高其实用性、普遍性、高效性、准确性以及提高其相应的配套使用技术,还有待进一步深入研究。

参考文献

- [1] 陈冰勇,曾艳,黄勇军. 甜菜夜蛾的为害及防治对策[J]. 植物医生, 2007, 17(3): 6-8.
- [2] 罗礼智,曹雅忠,江幸福. 甜菜夜蛾发生危害特点及其趋势分析[J]. 植物保护, 2000, 26(3): 37-38.
- [3] 刘永杰,沈晋良,贾变桃. 甜菜夜蛾发生与抗药性研究现状[J]. 棉花学报, 2002, 14(5): 305-309.
- [4] 牛绍军,肖克平,杨爱友. 鲁东南地区杞柳田甜菜夜蛾发生特点及防治研究[J]. 现代农业科学, 2008, 15(5): 20-21.
- [5] 阚跃峰,孙梅英,段莹,等. 河南省芝麻田甜菜夜蛾的发生与为害[J]. 中国农村小康科技, 2007(1): 71.
- [6] 李德谦. 沈阳市新城子区甜菜夜蛾在大葱上发生特点及防治策略[J]. 中国农村小康科技, 2006(2): 41.
- [7] 王智广,刘少芳,崔书瑞,等. 黄河流域棉区甜菜夜蛾的发生规律及防治技术[J]. 中国棉花, 2006(10): 29.
- [8] 薛艳花,陆俊娇. 昆虫性信息素生物学研究与应用进展[J]. 山西农业科学, 2009, 37(4): 80-83.
- [9] 张李香,范锦胜,王贵强. 甜菜夜蛾信息化合物研究进展[J]. 中国糖料, 2008(3): 72-74.
- [10] 张岩,刘敬泽. 昆虫的性信息素及其应用[J]. 生物学通报, 2003, 38(12): 7-10.
- [11] 王荫长. 昆虫生理学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 336-337.
- [12] 孟宪佐. 昆虫性信息素的应用[J]. 生物学通报, 1997, 32(3): 46-47.
- [13] 董双林,杜家纬. 甜菜夜蛾性信息素组分的鉴定及其田间试验[J]. 植物保护学报, 2002, 29(1): 19-24.
- [14] 修伟明,董双林,苗慧,等. 2个甜菜夜蛾信息素结合蛋白 cDNA 片段的克隆和序列分析[J]. 中国农业科学, 2005, 38(7): 1501-1504.
- [15] 周耀振,修伟明,董双林. 应用 RNA 干扰技术对甜菜夜蛾信息素结合蛋白功能的研究[J]. 南京农业大学学报, 2009, 32(3): 58-62.
- [16] 杨明伟,董双林. 蛾类昆虫雄性信息素及其功能[J]. 华东昆虫学报, 2006, 15(3): 179-186.
- [17] 董双林,杜家纬. 甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua* Hübner)雄蛾触角对雌性信息素的 EAG 反应[J]. 棉花学报, 2001, 13(4): 216-219.
- [18] Joseph C. Dickens, Visser J. H., Van Der Pers J. N. C. Detection and deactivation of pheromone and plant odor components by the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Journal of Insect Physiology, 1993, 39(6): 503-516.
- [19] 董双林,杜家纬. 甜菜夜蛾雄蛾味刷化合物及其功能的初步研究[J]. 武夷科学, 2002(18): 41-48.
- [20] 董双林,杜家纬. 交配和温度对甜菜夜蛾(*Spodoptera exigua*)雌性信息素产生的影响[J]. 应用生态学报, 2002, 13(12): 1633-1636.
- [21] 杜永均. 化学信息素在蔬菜害虫综合治理中的应用[J]. 中国蔬菜, 2007(1): 35-39.
- [22] 杨明伟,董双林. 蛾类昆虫雄性信息素及其功能[J]. 华东昆虫学报, 2006, 15(3): 179-186.
- [23] DONG Shuang-lin, DU Jia-wei. Diel rhythms of calling behavior and sex pheromone production of beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) [J]. Entomologia sinica, 2008, 8(1): 89-96.
- [24] 李惠明,郭玉人,武向文,等. 不同性信息素和灯具对甜菜夜蛾与斜纹夜蛾的诱捕效果与评价[J]. 中国蔬菜, 2006(4): 17-19.
- [25] 许国庆,罗礼智,丛斌. 性信息素诱捕器与频振杀虫灯对甜菜夜蛾发生监测作用的比较[J]. 植物保护, 2006, 32(1): 77-79.
- [26] 施永康. 性诱剂与黑光灯诱杀甘蓝甜菜夜蛾效果初报[J]. 江西园艺, 2003(2): 21-22.
- [27] Sadoh Wakamura. 合成昆虫性信息素用于害虫防治的进展[J]. 农药译丛, 1993, 15(4): 2-6.
- [28] 刘悦秋,张幸福. 甜菜夜蛾无公害防治技术[J]. 农资科技, 2001(4): 21-22.
- [29] 许国庆,罗礼智. 甜菜夜蛾对性信息素的行为反应及其田间诱捕效果[J]. 生态学报, 2006, 26(9): 3035-3040.
- [30] Chung Ryul Jung, b, Young Jin Park, et al. Optimal Sex Pheromone Composition for Monitoring *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae) in Korea [J]. Journal of Asia-Pacific Entomology, 2003, 6(2): 175-182.
- [31] 黄庆文,陈斌艳,覃保荣,等. 性信息素对甜菜夜蛾诱捕效果研究初报[J]. 广西植保, 2009, 22(2): 21-23.
- [32] 张昌杰,吴降星,郑永利,等. 斜纹夜蛾,甜菜夜蛾不同性诱剂品种及其不同悬挂高度的诱杀效果比较[J]. 江西农业学报, 2008, 20(8): 64-66.
- [33] 盛全学,李建国. 性诱剂防治斜纹夜蛾、甜菜夜蛾试验初报[J]. 湖北植保, 2006(1): 29.
- [34] 黄志农,刘勇,陈绍祥,等. 昆虫性信息素在蔬菜害虫防治中的应用[J]. 湖南农业科学, 2008(4): 109-112, 114.
- [35] Kerns D. L. Mating disruption of beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) in vegetables by a synthetic pheromone [J]. Crop Protection, 2000, 19(5): 327-334.

文冠果繁殖技术研究进展

冯 会

(滨州职业学院 生物工程系 山东 滨州 256603)

摘 要: 介绍了文冠果种子繁殖、扦插繁殖和组织培养快繁的研究进展, 分析了几种繁殖方法存在的不足, 提出了今后文冠果繁殖技术研究的重点。

关键词: 文冠果; 种子繁殖; 无性繁殖

中图分类号: S 667.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2010)09-0218-03

文冠果(*Xanthoceras sorbifolia* Bunge.), 又名木瓜、文登阁、崖木瓜等, 无患子科文冠果属^[1], 其种子含油率达 30%~60%, 种仁含油率高达 55%~66%^[2], 果油脂肪酸含有豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、亚油酸、亚麻油酸等, 是重要的生物质能源树种^[3]。文冠果的枝、叶、花、果柄、种仁、果壳等部位含有丰富的化学成分及药理活性^[4,14], 枝叶、果壳含有水杨甙和黄酮醇等甙醇; 花萼片中含有的萘皮甙具有解热、安眠等作用; 几部位所含的皂甙具有较强的抗癌活性; 果籽中蛋白质含量高达 40%, 富含 18 种氨基酸, 可开发应用于化工、医药和食品等行业。文冠果花美、叶奇、果香, 具有极高的观赏价值, 且耐干旱、耐瘠薄、适应性广, 是十分值得推广的优良绿化和经济树种。由于文冠果“繁花少实”, 发展文冠果, 如何大

量提供优质壮苗尤为重要。现综述其繁殖技术研究进展, 以期能对文冠果的推广做些贡献。

1 文冠果的种子繁殖技术

1.1 采种

选择树势健壮、丰产、抗性强、种子含油率高的植株作为采种母树。8 月上、中旬, 当全株约 30% 的果实果皮开裂时即可进行采种。采下的果实, 放在阴凉通风处待自然开裂后除掉果皮, 晾干种子, 装入容器备用^[5]。

1.2 催芽

文冠果种子的外种皮有一层蜡状物, 水分不易渗透, 且种子萌动须打破休眠, 故自然发芽率低, 仅为 6%, 通过湿沙埋藏法和快速催芽法可提高种子发芽率^[19]。

湿沙埋藏法^[17]: 在土壤结冻前, 选地势高、干燥、排水良好、背风向阳的地方挖深 100 cm, 宽 100 cm, 长依种子数量而定的平底坑, 坑底铺上 5~10 cm 的湿沙(沙湿度以手握成团不出水为宜)。将种子凉水浸泡 48 h, 用 0.3% 的高锰酸钾溶液消毒 3~5 min, 后与湿沙按 1:3

作者简介: 冯会(1980-), 男, 山东梁山人, 硕士, 助教, 现主要从事园林植物保鲜及快繁技术研究工作。E-mail: woshih@126.com。
收稿日期: 2010-01-22

Studies and Application of Sex Pheromone Production in Beet Armyworm, *Spodoptera exigua*

LI Ying PU Guan-qin

(Soochow University, Suzhou 215123)

Abstract: Beet armyworm (*Spodoptera exigua* Hübner) was an important pest on many vegetable crops. The abuse of chemical pesticides brings about the rise of its insecticide resistance and the decline in control effect. Thus, a safe and effective biological control method had become a hot item. And nowadays it had been widespread concern and attention to use the sex pheromone in both population-forecasting and pest control. This paper gave an overview of the situation of studies in the sex pheromone of the beet armyworm, its application in population-forecasting and pest control as well as its advantages and demerits.

Key words: *Spodoptera exigua*; sex pheromone; application