

性信息素——防治害虫减少污染的新武器*

孟宪佐

(中国科学院动物研究所)

防治害虫是人类同大自然进行斗争的一个重要方面。自从1944年开始用DDT作杀虫剂以来,有机氯、有机磷和氨基甲酸酯等各种有机化学合成农药相继问世,发展很快。许多化学杀虫剂具有高效、广谱、收效快、成本低等特点,在农、林、牧、副和卫生等方面获得了广泛应用,发挥了重大作用。

但是,由于长期大量地使用DDT、六六六等广谱、长残留的化学农药,产生了对空气、水域、土壤和农副产品的污染。除直接中毒外,这些稳定性强、不易分解的农药长期贮存在环境里和生物体内,并通过食物链在人体内积累起来对健康造成危害。此外,许多害虫还产生了抗药性,致使农药用量不断增加,环境污染也越来越重。选择性差的化学农药在灭虫时也杀伤了许多有益生物,如鱼类、鸟类、野生动物、特别是益虫。由于害虫的天敌被大量摧残,有些害虫的发生更加严重,一些原来危害并不严重的害虫也猖獗起来,上升为主要害虫。目前,化学农药污染问题引起了人们日益严重的关切,减少农药污染、保护人类环境已成为当务之急。近些年来,国内外都在大力研究和探索防治害虫的新方法和新途径,其中用信息素防治害虫的研究发展很快,有可能成为控制昆虫为害、减少农药污染的新武器。

昆虫性信息素及其特点

在枝叶茂密的田野里,分散活动的昆虫如何寻求配偶?在盛夏骄阳之下,一个蚂蚁发现了猎物死虫如何通知它的伙伴运回巢

穴?原来昆虫能释放一些具有特殊气味的化学信号,在交配、觅食、集结、自卫等活动中起通讯联络作用。这种由昆虫分泌到体外,能引起同种其它个体特种行为反应的化学通讯物质叫做昆虫信息素^[1,2]。目前已经发现的有性信息素、集结信息素和告警信息素等。其中研究得最多,发展最快的是性信息素。

在探索防治害虫新途径的过程中人们为什么对昆虫性信息素产生很大兴趣呢?因为它具有以下突出特点:

1. 活性极高 许多昆虫的性信息素具有强烈的性引诱作用。雄舞毒蛾可以从0.25—0.50英里远的地方被雌蛾诱去^[3,4];雄大蚕蛾可以被雌蛾从2.50英里远的地方诱去交配^[4]。而且,极微量的性信息素就可以诱集大量昆虫。例如1毫微克(10^{-9} 克)的舞毒蛾性信息素就可以把雄蛾诱来,即使量减少到微微克(10^{-12} 克),也可使雄蛾产生性兴奋^[5]。纯的性信息素仅30个分子(10^{-20} 克)就能使美洲蛾产生性反应^[6]。

2. 没有污染 性信息素是昆虫分泌到体外的极微量的天然化合物,对生物无毒无害,不会污染环境,也没有农药残留问题。

3. 选择性强 性信息素具有专一性才能保障昆虫的种群的生殖隔离。在一般情况下一种性信息素只引诱一种昆虫,对害虫天敌和授粉昆虫没有影响,更无碍其它生物,这就避免了使用广谱化学农药时杀伤有益生物的弊病。

* 本综述得到刘孟英同志指导和帮助,谨致谢意。

4. 不易产生抗性 性信息素是昆虫进行交配联络以维持其种群生存的必不可少的化学通讯物质。因此,用它来防治害虫不大可能产生抗性問題。

用性信息素监测虫情

目前,从生态平衡的观点出发,害虫治理正朝着综合防治的方向发展。准确的虫情测报是发展综合防治的先决条件。测报方法很多,有用黑光灯、糖醋(或果醋)水诱杀成虫的,也有查卵和观察幼虫发育情况的,而近年来发展起来的性信息素测报法灵敏度高、选择性强、使用简便、费用低廉,正在获得越来越广泛的应用。

首先,利用性信息素监测系统能够及时而准确地指示害虫发生的时间、地点、为害范围和发生数量,为进行必要的化学防治提供可靠的依据。根据实际需要,而不是按照常规定期打药,农药的利用率就会大大提高,用量则大大减少。这样,不但可以避免人力物力的浪费,而且有利于减少农药污染和危害。美国农业部推广服务处向每个苹果栽培者提供性信息素诱捕器来指导害虫防治,结果把原来5—7次的预防性喷药减少到3—4次适时而有效的喷药^[7]。棉红铃虫是美国棉花的主要害虫之一。过去用查青铃被害率的方法指导喷药,往往错过良机,一般要晚4—10天,效果不好。1971—1973年,加州大学用合成的“海克诱剂”进行测报,根据需要施药灭虫,与常规定期防治比较,喷药次数平均减少4次,棉铃被害率相近,防治费平均每英亩节省7.37—9.32美元^[8]。近年来我国一些棉区试用中国科学院有机化学研究所和上海昆虫研究所合成的“高斯诱剂”作棉红铃虫测报指导防治也收到了良好效果。

近些年来,生物防治在我国有很大发展。准确掌握害虫发生情况,适时释放天敌对提高生防效果具有决定性意义。1977年北京市团河农场用人工饲养的赤眼蜂防治梨小食

心虫,起初用果醋水诱蛾法进行测报,由于诱不到虫子无法确定放蜂时间。后来用中国科学院动物研究所合成的梨小食心虫性信息素准确地测报了虫情,适时放蜂治虫,取得了良好效果。生防区虫果率为15.4%,防治费为每亩0.06元;两个农药防治区的虫果率分别为19.2%和34%,防治费为每亩4.03元。

利用性信息素的高度灵敏性有效地监视检疫害虫的扩散和传播,以便及时采取防治措施。例如,舞毒蛾是发生在美国东北部的一种毁灭性森林害虫。为了防止这种害虫向西部和南部蔓延,在疫区周围设置了数以万计的性信息素诱捕器,这种测报系统很有效,在许多以前认为没有虫害的地区也发现了这种害虫,及时施药灭虫,有效地防止了舞毒蛾的扩散。

使用简便,费用低廉是性信息素测报系统的另一突出优点。用黑光灯进行测报对不少害虫是有效的。但设置这种测报系统要有供电线路,成本相当高,许多地区没有条件。但性信息素诱捕器不受地理条件的限制,可以随意放在需要进行虫情监测的任何地方。测报灯诱蛾效果受月光影响较大,而性信息素则不受什么影响。像透翅蛾等在白天活动的害虫不能利用灯光,却可以用性信息素方便地进行测报。我国有不少地方用糖醋水或果醋水等诱蛾的方法对梨小食心虫等进行测报,收到一定效果。但因春季风大天旱,蒸发很快,要不断添加;夏季雨多天热,糖醋易霉,需经常更换,不仅耗费许多宝贵的物资,而且相当费工费事,用性信息素监测虫情十分方便和有效。粘胶(或水盆)诱捕器挂在田间有效期一般可达几个月,只要按时查虫,需要时添胶换水就行了^[9]。几年来我国已有十三个省市的几百个果园使用动物研究所合成的梨小食心虫性信息素进行测报,有效地指导了防治。1978年该所合成的桃小食心虫性信息素也开始在一些果园试用,效果良好,很受欢迎。

当然,用性信息素作测报工具也有它的局限性。信息素是通过空气传播的,其诱蛾效果受气候,特别是风力影响较大。另外,象浮尘子等用振动波通讯的害虫,象菜粉蝶等靠视觉行动的害虫则不能用性信息素进行测报。

用性信息素防治害虫

随着多种昆虫性信息素的鉴定和合成,用性信息素防治害虫的各种试验正在世界各地进行,有些已取得令人鼓舞的结果。

一、大量诱杀

用性信息素防治害虫最显而易见的方法是大量诱杀成虫。在田间设置足够的性信息素诱捕器连续地大量诱杀雄蛾,就可以减少雄雌交配的机会。根据性信息素诱捕器同田间害虫竞争的能力、蛾子羽化日程、成活率及雄性先熟等因素有人进行理论计算^[10]指出,诱捕器同雌蛾的数量比至少要达到5:1才能抑制95%的交配,也有人认为只有诱杀90%以上的雄虫才能有效地抑制害虫的繁殖。不过这些论点都是理论性的估计,实际上大量诱杀的效果与害虫种类、虫口密度、天敌及环境等条件密切相关。许多试验表明,大量诱杀法在虫口密度较低的地区是容易奏效的。在虫口密度高时先用化学农药将虫口压低,再用性信息素大量诱杀漏网的害虫以除后患。这对于防治一年发生数代的害虫是很有意义的。在美国用性信息素对高密度和低密度的红带卷叶蛾进行的大量诱杀试验^[10]证明,在约有17000只雄蛾的果园中设置2400个诱捕器,虫口未见有明显的抑制。但在虫口密度低的25公顷苹果园中用每公顷100个诱捕器连续进行了三年诱杀试验^[12],使受害程度成功地保持在令人满意的水平。

1978年辽宁省绥中县明水公社农业科学实验站用科学院动物研究所合成的梨小食心虫性信息素进行大量诱杀防治试验取得了良好效果。他们在有165棵梨树的高产稳产

样板园内挂诱捕器103个,并在园内外14棵零星梨树上挂9个,共112个。未进行药剂防治,虫果率为4.4%。河南省民权农林场科研站于同年六、七、八三个月也用该研究所合成的性信息素进行大量诱杀法防治梨小食心虫的试验。为了降低田间虫口密度,他们于六月中旬在两个试验区和一个对照区各喷药一次,以后用性信息素诱杀残余虫口。在果实采收前进行调查发现,两个试验区的虫果率分别为1.08%和0.58%,而对照区为10.1%。

此外,将性信息素与化学不育剂、病毒等配合使用也是很有意义的,用性信息素把害虫诱来与不育剂或病毒接触,然后飞走,去与其它昆虫接触,对其种群造成损害,这比当场杀死害虫有更大的作用。

二、干扰交配

如前所述,许多害虫雄雌之间是用性信息素进行通讯联络实现交尾的。因此,如果能干扰破坏这种通讯联络,害虫就不能进行交配和繁殖后代。所谓“迷向法”等就是这样一种治虫技术。做法之一是将合成的性信息素弥漫在大气中,使雌虫释放的性信息素失去定向作用,雄虫无法找到雌虫而失去交配机会。或者由于信息素感受器(触角)连续暴露在性信息素气氛中,嗅觉神经因长时间处于兴奋状态而疲劳,失去对雌虫信息的反应能力。另一种做法是将性信息素类似物或多组分信息素的一个成份弥漫在空气中,使害虫的嗅觉器官失灵,造成引诱阻碍和交配阻碍。

近年来,科学工作者已对多种害虫进行了用性信息素弥漫大气的“迷向”试验^[7,13]。其中防治舞毒蛾的试验取得了良好效果^[14,15]。用微囊剂型的性信息素处理林区,每公顷15克就能有效地干扰害虫的交配活动。用18克性信息素处理一公顷虫口密度较高的林区,监测诱捕器上的捕蛾量比对照区下降98%以上,雌蛾交配率下降到0%。在澳大利亚对梨小食心虫进行的迷向试验也取得了满意结果^[16]。用1毫升的聚乙烯毛细管(50毫克

性信息素/只)挥发信息素,每棵树放2只挥发管,可使飞向诱捕器的雄虫减少95%。每棵树用4只挥发管则免除了虫害,而在邻近的对照区则发生了严重虫害。用性信息素干扰害虫交配,在果园、林区、孤岛等相对隔离的地方比较容易收效。但在连成片的田野里可能困难一些。因为许多害虫有较强的飞翔能力,即使防治区的害虫被阻止了交配,附近地区的害虫也可能飞来为害。

昆虫其它的信息素

除性信息素外,科学工作者也在探索用昆虫集结信息素,示踪信息素和告警信息素等防治害虫的可能性。

木蠹是森林的大敌。南方松小蠹在成群结队地危害松林之前,常常先派少数“先遣部队”出去“侦察”。当找到合适的寄主以后雌虫便释放一种集结信息素向“大部队”报信。于是成群的小蠹便闻讯赶来,集中为害。根据这一习性可以用集结信息素把害虫诱集起来,聚而歼之。

白蚁的工蚁能分泌一种示踪信息素来标记路线,其它工蚁便可以循着标记去寻找食物。同性信息素不同,示踪信息素没有种群的专一性。天然的信息素和人工合成的类似物对各种白蚁均有相同的作用^[17]。因此,只要合成一种示踪信息素或其类似物就可以用来防治多种白蚁。

当蚜虫受到捕食性天敌袭击时,就释放出一种告警信息素,附近的同伴闻讯便迅速分散开来或滚落地面^[18]。有些科学家研究了这种信息素的结构,并在探索用告警信息素防治害虫的可能性^[19,20]。

性信息素的使用加强了人类同害虫作斗争的力量,并为减少化学农药污染提供了一

个有效的新武器。用性信息素作虫情测报已经成功,大量诱杀、迷向法等灭虫技术也展现了令人鼓舞的前景。可以预期,性信息素将在害虫的综合防治和减少农药污染方面发挥重要作用。但是,应该指出的是,性信息素并不是万灵药,它不能完全代替常规农药和其它防治措施。

近几年来我国在昆虫性信息素的分离、鉴定、合成和应用等方面的研究迅速开展起来,并取得了一些成绩。

参 考 文 献

- [1] Karlson, P. and Butenandt, P., *Annu. Rev. Entomol.*, 4, 39 (1959).
- [2] Karlson, P. and Lüscher, M., *Nature*, 183, 55 (1959).
- [3] Jacobson, M. and Beroza, M., *Science*, 140, 1367 (1963).
- [4] Jacobson, M. and Beroza, M., *Sci. Amer.*, 211(2), 20 (1964).
- [5] Beroza, M., *Amer. Sci.*, 59, 320 (1971).
- [6] Jacobson, M. et al., *Science*, 139, 48 (1963).
- [7] Roelofs, W., *Environ. Lett.*, 8(1), 41 (1975).
- [8] Toscano, N. C. et al., *J. Econ. Entomol.*, 67, 522 (1974).
- [9] 孟宪佐、胡菊华、李平淑, *昆虫学报*, 21 (1), 7 (1978).
- [10] Knipling, E. F. and McGuire, J. U., *U. S. Dept. Agr. Inform. Bull.*, 308, 2—4 (1966).
- [11] Roelofs, W. L. et al., *J. Econ. Entomol.*, 63, 1162 (1970).
- [12] Trammel, K. et al., *ibid.*, 67, 159 (1974).
- [13] Mitchell, E. R., *Bioscience*, 25(8), 493 (1975).
- [14] Cameron, E. A. et al., *Science*, 183, 972 (1974).
- [15] Granett, J. and Doane, C. C., *J. Econ. Entomol.*, 68, 435 (1975).
- [16] Roelofs, W., *Environ. Lett.* 8(1), 51 (1975).
- [17] Matsumura, F. et al., *J. Econ. Entomol.*, 65, 600 (1972).
- [18] Rudinsky, J. A. and Michael, R. R., *Science*, 175, 1386 (1972).
- [19] Bowers, W. S. et al., *Science*, 177, 1121 (1972).
- [20] Edwards, L. J. et al., *Nature*, 241, 126 (1973).