

成果名称	九种鳞翅目害虫性信息素的鉴定、合成及应用
完成单位	华南农业大学、广东省森林资源保育中心、中捷四方生物科技股份有限公司、中国林业科学研究院热带林业研究所
主要人员	马涛, 王偲, 温秀军, 林娜, 朱雪姣, 冯莹, 王忠, 崔艮中, 王胜坤, 王琳, 孙朝辉, 李奕震, 胡淑仪
介绍	<p>1、课题来源与背景：项目来源于农业公益性行业科研专项项目、广东省林业科技创新专项资金项目、国家农业科技成果转化资金项目、国家自然科学基金等；目前，随着人类对食品安全和生态环境越来越重视，国际上对应用化学农药防治害虫的限制越来越严格，我国也启动了农药和肥料的双减项目，因此推广应用享有第三代绿色农药之称的“昆虫信息化合物（昆虫信息素）”，利用对害虫行为的监测和信息调控，对于减少化学农药的用量，逐步实现害虫的无公害防治具有重要意义。昆虫信息素因其高效、无毒、无污染、专一性好、不伤害天敌昆虫，符合 IPM（Integrated Pest Management）策略，而且不会产生 3R 现象（即残留、抗性、再猖獗），在害虫防治中具有明显的优越性和很好的发展前景，是目前研究热点之一。昆虫信息化合物（在害虫监测和防治中具有很大的应用潜力，越来越受到人们重视；不论是用作害虫发生动态监测预报，还是用大量诱捕法或干扰交配法直接进行害虫防控，均有利于保护天敌，提高防治效率和效果，减少化学农药的用量，减轻污染，保护环境，具有显著的生态效益、经济效益和社会效益。</p> <p>2、技术原理及性能指标：彻底弄清了灰茶尺蠖、麻楝蛀斑螟、香梨优斑螟、绿翅绢野螟、团花绢野螟、柚木野螟、黄野螟等害虫成虫生殖行为学特性，先后鉴定出麻楝蛀斑螟、团花绢野螟、绿翅绢野螟、柚木野螟、香梨优斑螟、灰茶尺蠖等害虫的信息素活性组分，野外诱捕试验进一步弄清了信息化合物的生物活性，构建了以昆虫性信息素为核心技术的绿色防控技术体系。</p> <p>3、技术的创造性与先进性：本技术成果在国内外属于原始创新，项目系统研究了以灰茶尺蠖等多种害虫信息素活性组分的鉴定、合成及野外应用示范，成果总体达到同类研究的领先水平。</p> <p>3.1、阐明了灰茶尺蠖、麻楝蛀斑螟、香梨优斑螟、绿翅绢野螟、团花绢野螟、柚木野螟、黄野螟七种鳞翅目害虫生殖行为学特性，明确发生危害规律。</p> <p>国内外首次摸清麻楝蛀斑螟、团花绢野螟、绿翅绢野螟、黄野螟、香梨优斑螟、灰茶尺蠖、柚木野螟等害虫的生殖行为及野外发生规律，完成成虫雌雄鉴别、野外自然种群性比调查、成虫求偶时间、求偶和交尾行为、交尾时间和频次、产卵习性、交尾对产卵率和卵孵化率影响、成虫寿命及交尾对成虫寿命的影响等，探明了外界环境因素（光照、湿度、</p>

温度、风速等)对雌雄成虫发育、求偶和交配的影响,阐述了不同害虫的求偶节律及交配姿势,解析了雌蛾卵巢形态及性信息素腺体的存在位置、形态特征、生物组织学和超微结构特征,弄清了雌蛾性信息素产生与释放节律,确定雌蛾性信息素产生的最佳时期和最佳日龄。

采用扫描电镜(SEM)、透射电镜(TEM),明确了柚木野螟、香梨优斑螟、麻楝蛀斑螟等害虫触角化学传感器的形态特征、分布特点、传感器类型等超微形态,探索化学传感器的功能作用,深入观察了每种传感器的横切面和纵切面,以期雄蛾触角叶对性信息素的编码机制提供参考,进而从本质上探索各类传感器感知化学信息的分子机制和功能,为利用昆虫行为控制方法来监测、防治害虫提供理论依据。

3.2、首次鉴定出上述七种害虫的性信息素活性组分,充实了鳞翅目昆虫信息素数据库。

国内外首次采用单腺体溶剂提取法,结合使用气相色谱-质谱联用仪(GC-MS)、气相色谱-触角电位联用仪(GC-EAD),并辅以Kovats指数测定,以及通过DMDS(二甲基二硫醚)与化合物的C=C发生衍生反应或者MTAD(4-甲基-1,2,4-三唑啉-3,5-二酮)与化合物的共轭C=C发生Diels-Alder加成反应,判断双键的位置及顺反异构现象,筛选出可显著引起雄蛾活性反应的化学物质,进而鉴定出麻楝蛀斑螟、团花绢野螟、绿翅绢野螟、香梨优斑螟、黄野螟、柚木野螟的性信息素活性组分(醇、醛、乙酸酯类化合物,隶属Type I型组分),判定了性信息素组分活性强度、含量及其比例,野外诱捕试验显示具有较高的引诱活性,在害虫监测及大量诱捕中起着非常关键的作用;国内外首次填补了这几种螟蛾信息素组分的空白,增加了鳞翅目害虫信息素国际数据库(<http://www.pherobase.com/>)。

首次采用全二维气相色谱-飞行时间质谱联用仪(GC×GC/TOFMS)和GC-EAD等方法,从灰茶尺蠖性腺提取物中分离鉴定了能够引起灰茶尺蠖雄成虫的电生理活性物质和化学结构。研究发现灰茶尺蠖性信息素含有Z3Z6Z9-十八碳三烯(Z3Z6Z9-18:Hy)和Z3Z9-6,7-环氧-十八碳二烯(Z3Z9-6,7-epo-18:Hy)两个活性成份,解决了烃类化合物难于鉴定的难题。

3.3、突破Z8-12:Ac、E8E10-12:OH等多种信息化合物的关键合成技术瓶颈,实现规模化生产,提高产率,减少副产物,大大减低成本。

国内外首次创新了多种昆虫性信息素原药合成的关键技术及整体工艺路线,建立了克级、公斤级、吨级各级生产单位,完善了各步反应、中间体及产品的分析方法,保障原料的自我供应和原药的质量水平;在三键位移、Wittig反应、格式反应、偶联反应等经典反应基础上,筛选不同的氧化剂、反应原料、配比当量、提纯手段等,建立了高度立体选择性

	<p>双键构筑技术，克级及公斤级生产构型选择性达 98%以上，吨级生产构型选择性达 90%以上；目前，已按吨位出售海内外市场，同时麻楝蛀斑螟、香梨优斑螟、黄野螟等害虫信息素的化学合成工艺也取得重大突破，可实现公斤级合成满足国内市场需求。</p> <p>尤为重要的是，一锅法合成梨小食心虫信息素、苹果蠹蛾信息素等单烯醇和双烯醇类信息素，大大提高其吨级合成效率，由原来 7-9 步反应缩减为 4 步完成；化学合成步骤减少，效率增高，副产物少，大大降低成本。</p> <p>3.4、完善野外诱捕技术，提高诱捕效率，构建野外监测、诱杀和迷向技术参数集，提升规范化野外应用水平。</p> <p>该技术成果创新了诱捕器形状和材质，摸索出引诱剂配方（比例、剂量）、缓释载体和最佳诱捕器，完善了诱捕器挂设位置和高度，弄清了引诱剂最佳引诱距离等技术参数，阐明太阳能 LED 光源在信息素诱捕器作用中的优势，构建了成熟的野外监测和诱杀技术参数集，极大地提升了野外规范化应用水平发明了鳞翅目蛾类新型诱捕器及多层粘虫板，低碳环保，操作简单，多次重复使用，延长使用时间，有效防水防尘防暴晒，成本低廉。</p> <p>4、技术的成熟程度，适用范围和安全性：利用信息化合物防控害虫，不论是用作害虫的发生动态预测预报，还是用诱捕法或干扰交配法直接防治，均有利于保护天敌，提高防治效果，减少化学农药的用量，减轻污染，保护环境，具有显著的经济效益和社会效益。</p> <p>5、历年获奖情况：先后获得第三届中国林业学术大会优秀论文一等奖、国家森防总站优秀论文奖、第三届广州青年创业大赛二等奖、首届南粤林业科学技术奖一等奖、中国商业联合会科学技术奖—全国商业科技进步奖三等奖、北京市农业技术推广奖和北京市通州区科学技术奖。</p> <p>人才培养方面，先后培养广州市“珠江科技新星”1 人，第三届赵善欢奖学奖教基金优秀青年 1 人，中国林学会森林昆虫分会委员 1 人，梁希优秀学子 3 人；指导硕士学位论文 21 篇，其中 1 名毕业生（朱雪姣）已经获得东京大学（The University of Tokyo）博士学位；5 名研究生（史先慧、蓝来娇、黄志嘉、张胜男和茅裕婷）分别获得国家留学基金委资助前往荷兰瓦赫宁根大学（Wageningen Universiteit）、法国蒙彼利埃大学（Université de Montpellier）、德国哥廷根大学（Georg-August-University of Göttingen）、日本东京大学（The University of Tokyo）和筑波大学（University of Tsukuba）攻读博士研究生。</p>
登记日期	2022-06-02
研究起止时间	2009-01-01 至 2019-12-31

所属行业	农、林、牧、渔业
所属高新技术类别	环境保护
评价单位名称	广东省林学会
评价日期	2021-09-23