

全球信息素植保产品降低生产成本与提升防治功效新技术

天然信息素物质由生物产生，可影响昆虫及其他动物的行为活动，农业生产可以此作为有害生物防治的手段。目前全球最常用的一类信息素是昆虫性诱剂，用于阻碍害虫交配繁殖。

信息素在农业生产中的运用已有数十年的时间，在有害生物防治领域发挥了重要贡献。由于信息素不杀死有害生物，因此使用这类产品不会像转基因作物和化学农药那样容易产生抗性。信息素不会对非靶标生物产生影响，也不会对作物上产生有害残留。此类产品与其他有害生物防治手段联合使用，可减少农业对有害化学农药的依赖。

信息素的化学结构种类丰富，例如烃类、醇类、酯类、环氧化合物、醛类、酮类、内酯类、羧酸类、三酰基甘油酯等。其结构多样性是信息素具备靶标专一性的关键。对于许多蛾蝶类昆虫而言，信息素混合物中各成分适当的占比决定了信息素靶标的专一性。

信息素在推广应用过程中面临一些阻碍。此类植保产品目前主要用于具有高经济价值的水果种植上，因为信息素化学合成的成本较高。据悉，化学合成1公斤信息素的成本在500至数千美元，对于行栽作物的应用而言，成本过于高昂。此外，不少种植者对信息素的功效尚缺乏认知，这也不利于信息素应用的扩大。

为应对这些问题，近些年已有多家公司开发出了自己的创新技术（其中不少具备专利），有效降低信息素的合成成本，扩大生产规模，提高产品的利用效率，进一步扩大信息素在有害生物综合防治中发挥的重要贡献。编者筛选出其中的成功案例，向您展示近年信息素相关技术开发的新成果。

发酵合成信息素，降低产品生产成本

相比较化学合成，利用生物工程菌生产信息素具有多方面的优势。首先，生物合成选用较为廉价的可再生原材料，例如糖和甘油，其成本要比从化石能源中获得原料的成本低。其次，生物合成以活体细胞作为唯一的催化剂，仅涉及单一的生物转换，而化学合成蛾蝶信息素常包含多个步骤，运用不同的化学催化剂，成本较高。此外，生物合成信息素使用的是昆虫生物合成酶，产物中的立体异构体比率以及主要/次要信息素的比率通常与昆虫腺体天然生产的比率相似。

丹麦BioPhero公司拥有创新发酵技术，其专利平台生产出的信息素和昆虫所释放的天然信息素相同，产品价格对农民而言可以负担。公司使用安全且高产的酵母细胞，此类酵母已被广泛用于食品生产，可在工业规模发酵罐中生长。其信息素生产过程类似啤酒酿造，环保有效，成本效益理想（生产成本低于目前市场上化学合成的成本），使信息素产品适用于行栽作物。2018年至今，BioPhero获得了来自先正达、富美实等机构总计超过两千万美元的融资，有助于推动企业快速发展。

发酵生产信息素（原图来源：BioPhero官网）

除了BioPhero，美国Provivi公司具备专利的生产方式同样降低了信息素的生产成本。Provivi使用独有的生物催化剂和价格低廉的原材料进行大规模发酵生产。Provivi用于玉米的信息素产品可干扰草地贪夜蛾的交配，降低此类害虫在田间的群体数量。公司还开发出了干扰水稻三化螟和二化螟交配的信息素，在中国和印尼开展了大量实验，证实产品可有效减少作物产量损失，减少杀虫剂的使用。2021年，云南省农科院的研究人员在国内针对Provivi的信息素产品开展试验。世界农化网将持续关注其产品开发和试验新进展。

由于生物工程技术易被优化，因此发酵生产成本未来有望不断下降，信息素的应用能够日益扩

大，尤其是针对价格敏感的作物类型。像BioPhero和Provivi这些借助独特技术降低信息素生产成本的企业，正在改变市场现状，一步步实现信息素产品在玉米、大豆和水稻等行栽作物种植中大规模的应用。

助剂技术提升信息素功效

美国Attune Agriculture公司的助剂产品Ampersand获有OMRI有机认证。Ampersand由食品级成分制得。其作用方式不同于市场上其他助剂产品。Ampersand不是表面活性剂，其设计目的是使喷洒液滴具备较高的表面张力和高接触角，这一点与其他助剂产品截然相反。Attune Agriculture的专利技术从喷嘴开始控制液滴，利用保湿剂和胶体特性调控液滴大小并改进沉降。液滴到达叶片后，其具有的粘附性可防止液滴滚落下或弹出叶片。Ampersand还能减少液滴蒸发或被冲刷掉的可能性。

为验证产品提高信息素喷剂的功效，幼虫生物制品高级研究员兼美国农业部前研究员Alan Knight博士对Ampersand开展试验。据公司介绍，该产品可提高苹果蠹蛾微囊信息素喷剂功效高达45%。

纳米胶延长信息素持效期

高粘性水凝胶已被用于释放信息素，但水凝胶会随着温度和湿度的变化膨胀收缩，不适合在所有季节中使用，尤其是雨季，产品保质期较短。此外，信息素类物质较不稳定，存在光氧化、自氧化、异构化、易挥发等问题。因此，用于田间的制剂开发需要考虑延长产品保质期，缓慢释放信息素，以及提高制剂稳定性的问题。

印度科学理工学院研究人员利用超分子自组装原理和纳米技术，制得了信息素甲基丁香酚纳米凝胶。产品用于防治柑橘小实蝇，这种果蝇能够侵害多种水果作物（如苹果、香蕉、芒果、柑橘、桃子、番石榴等），可造成作物严重减产，尤其在雨季会加重水果腐烂。这种纳米胶对信息素有极强的保留能力，可显著减缓信息素的挥发速度，减少信息素在果园内补充施用的频率。此外，这一纳米胶能够保护信息素抵御外界不良的影响（暴露于环境中的空气、水和阳光），能够延长产品的保质期，使信息素产品在运输过程中无需冷藏。产品的功效非常理想，并且对环境无害。

与其他生物制品联用——拜耳信息素+天然除虫菊

据拜耳介绍，其新款植保产品Vynyty Citrus是市场上首个由信息素和天然除虫菊制成的产品，用于防治柑橘害虫，包括红圆蚧、柑橘粉蚧和南非粉蚧。该产品模仿雌虫释放性信息素，吸引过来雄虫后利用除虫菊将其杀死，以减少这些害虫的繁殖。这款环保有效的产品可控制并逐渐减少这些有害生物的群体数量，产品在全年365天中均可发挥功效。Vynyty Citrus为液态剂型，有害生物不会对其产生抗性，使用产品也不会给作物和环境带来有害残留。

由于近年来南非粉蚧蔓延迅速，此类粉蚧会造成柑橘畸形，影响柑橘销售，被认为是侵害柑橘最为严重的入侵生物，已使西班牙巴伦西亚地区4万公顷的柑橘受害。目前，该产品已在西班牙市场中获得应用，建议每公顷放置450个这种诱杀害虫的装置。该产品将很快面向更多地中海地区柑橘等作物的种植者销售。

与其他生物制品联用——Pheronym信息素+有益线虫

用于田间防治有害生物的商用线虫常出现扩散效果不佳的现象，这是因为线虫缺少信息素信号来搜寻、捕食新宿主。由于靶标昆虫移动活跃，线虫同样需要积极活动才能找到宿主昆虫。美国生物防治企业Pheronym的专利技术就能解决此类问题。2020年，Pheronym提高有益线虫防治害虫功效的突破性技术获得了美国专利，其天然线虫分散剂成分及分散方式获得的专利号为US 10,736,326 B2。

Pheronym的技术不仅显著改善了线虫的移动性和攻击性，还扩大了线虫发挥功效的适宜温度范围。

刊登在《自然》杂志上的研究显示，受到其信息素诱导的昆虫致病线虫，在低至15℃的环境下仍十分活跃，而大部分的此类线虫需要在不低于20℃的环境下才能保持最佳活力。

Pheronym的产品NemaStim可引导有益线虫攻击害虫。其使用的信息素“告知”线虫寻找新的宿主昆虫，引导其离开最初被释放的地点。受到信息素引导的线虫可向更深的土壤移动35cm，而许多农药仅滞留在表层10cm深的土壤中。NemaStim能够通过扩大杀虫物质的覆盖范围，使其联用的生物农药和化学农药表现出更理想的防治效果。

独立试验室的检测结果显示，NemaStim可提高有益线虫的功效高达28-78%。Pheronym和美国农业部合作开发项目首席科学家Shapiro-Ilan表示，此项开发是首次将线虫信息素用于提升其侵害宿主（山核桃象鼻虫和黑水虻）功效的研究。目前，公司的销售合作伙伴正在测试NemaStim在温室蓟马等害虫上的防治效果。