
烟粉虱“偷”基因但求自给自足

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25485.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

烟粉虱“偷”基因但求自给自足。烟粉虱是世界粮农组织认定的世界第二大害虫，也是至今为止唯一被冠以超级害虫的农业害虫，被列为最危险的100种入侵物种。它能够在600多种植物上进行入侵和繁衍，为害全球农作物。

烟粉虱。受访者供图

近日，中国农业科学院蔬菜花卉研究所（以下简称蔬菜所）研究员张友军团队报道了烟粉虱可以通过授人以渔的方式学习植物的多不饱和脂肪酸合成技术，并将其用于提高自身生殖能力，减少对寄主植物的营养依赖性。相关成果12月26日在线发表于国际综合性期刊《先进科学》（Advanced Science）。

强大的寄主适应性

烟粉虱是一种臭名昭著的半翅目粉虱科害虫，它的形态酷似在中国肆虐一时的温室白粉虱。1996年它在中国被发现，科学家们发现它能够取食温室白粉虱吃不了的叶菜，甚至更多种类的农作物。烟粉虱的出现破坏了先前对温室白粉虱构建的防治系统，对农业生产造成了严重的危害。

从那时候起，烟粉虱特别的取食范围就给我留下了深深的印象。论文主要通讯作者张友军回忆说。

昆虫的取食范围是很重要的分类特征，据此可以将昆虫分为单食性昆虫、寡食性昆虫和多食性昆虫。烟粉虱就是一类典型的多食性昆虫。

论文共同第一作者、蔬菜所研究员郭兆将告诉《中国科学报》，除了多食性之外，烟粉虱另一个特征就是它的取食方式，它是一种典型的刺吸式口器昆虫，而它们主要依靠取食植物韧皮部汁液获取营养。

植物韧皮部汁液主要成分是水，其中也包含了少量有机物，如糖类、氨基酸等，以及无机物，如金属盐离子等。但不同的植物韧皮部汁液所含的营养成分天差地别，如花生中富含脂肪酸类物质，而荞麦中的脂肪酸含量极低。

烟粉虱能吃600多种植物，像花生和荞麦这样脂肪酸类物质含量差异巨大的植物都可以成为烟粉虱的寄主。张友军介绍道，能迅速的适应不同营养组成的寄主植物意味着烟粉虱具有得天独厚的营养供应机制。

于是，烟粉虱营养供应的分子机制马上成为他们研究的重点方向。

通过对烟粉虱各类基因组进行高通量测序，以此数据进行功能富集分析，他们筛选出烟粉虱基因组中与营养供给相关的基因家族；通过与其它单食性、寡食性昆虫基因家族进行比对，结合生物学、生态学和分子生物学方法，他们已经明确了烟粉虱背后强大的氨基酸、糖类、海藻糖合成和胰岛素相关营养供给机制。

这些工作为我们后来解析烟粉虱对多不饱和脂肪酸合成的分子机理奠定了基础。张友军说。

昆虫无法自主合成的多不饱和脂肪酸

张友军团队注意到一个特别的必须营养物质——多不饱和脂肪酸PUFA。这是一种在碳链上拥有2个及2个以上双键的脂肪酸物质，它是所有生物的必需营养物质，具有供应能量、组成生物膜等多种重要功能。

特别的是，在昆虫中，PUFA可以通过合成前列腺素E2在生殖发育过程发挥关键作用。

然而，目前研究表明，植物和微生物可以利用自身的FAD2基因合成PUFA，而动物（包括昆虫）中通常缺少PUFA合成关键酶，所以只能通过饮食获得足量的PUFA以保证正常生殖发育。

那么，具有超强食性的烟粉虱是如何完成自身PUFA营养供给的呢？

先前的基因组解析经验再一次为团队提供了线索。张友军团队从烟粉虱基因组中发现了疑似植物的多不饱和脂肪酸关键合成基因。

论文第一作者、蔬菜所博士后龚成介绍，他们在烟粉虱中发现了13条疑似关键合成基因BtFAD2，其中表达量最高的BtFAD2-9基因引起了他们的注意。

也正是它为我们后续科研工作带来了不少烦恼和期待。烦恼源于面对昆虫基因组中一个植物源基因感到无从下手，而期待则因为感觉到超级害虫烟粉虱的为害机制将得到全新的解析。龚成说。

复制植物的渔为己用

他们很快确定了研究方向。由于这是一个植物源基因，首先要排除基因组测序污染的可能性，保证这个基因是真实存在于烟粉虱中的基因。

通过构建进化树，多序列比对分析，我们确定了BtFAD2-9是烟粉虱自己的基因，而不是测序污染导致的。这是一次由植物转移到昆虫中的水平转移事件。郭兆将说。

此前研究已经证明，水平基因转移在原核生物之间经常发生，被认为是原核生物进化的重要驱动力。不过，节肢动物水平基因转移事件的基因供体几乎全是微生物，此前一直缺少植物源功能基因水平转移至昆虫的实验证据。

论文共同通讯作者、瑞士纳沙泰尔大学昆虫化学生态学家Ted Turlings教授说：我与张友军团队在2021年合作完成了首个植物转移到昆虫的水平转移基因鉴定和功能分析工作，如今，我们再次在烟粉虱中发现了一个植物源基因，如果能揭示它的功能，就太令人兴奋了。

进一步的物种分析表明，虽然BtFAD2-9同时存于烟粉虱的不同隐种（形态难以区分，但有生殖隔离的不同种）和包括温室白粉虱在内的其他粉虱科昆虫中，但仅有烟粉虱中存在除BtFAD2-9以外的12条BtFAD2基因，数量庞大的基因意味着什么呢？

龚成说，尽管该基因水平转移的时间甚至在烟粉虱和温室白粉虱分化之前（约86百万年前），但烟粉虱内部可能发生了一次或多次基因家族扩张事件，导致烟粉虱具有多个BtFAD2基因，也很有可能是烟粉虱食性与白粉虱发生差异的原因。

研究团队分析发现，这个基因依然行使着和植物同源基因一样的功能——生物合成PUFA。

这似乎向我们展示了一个‘授人以鱼，不如授人以渔’的故事。植物不仅给烟粉虱直接提供营养，还把自己合成营养物质的基因也借给烟粉虱，这使得烟粉虱借用植物的基因工具完成了自身的营养供给。张友军说。

迫令烟粉虱缴械

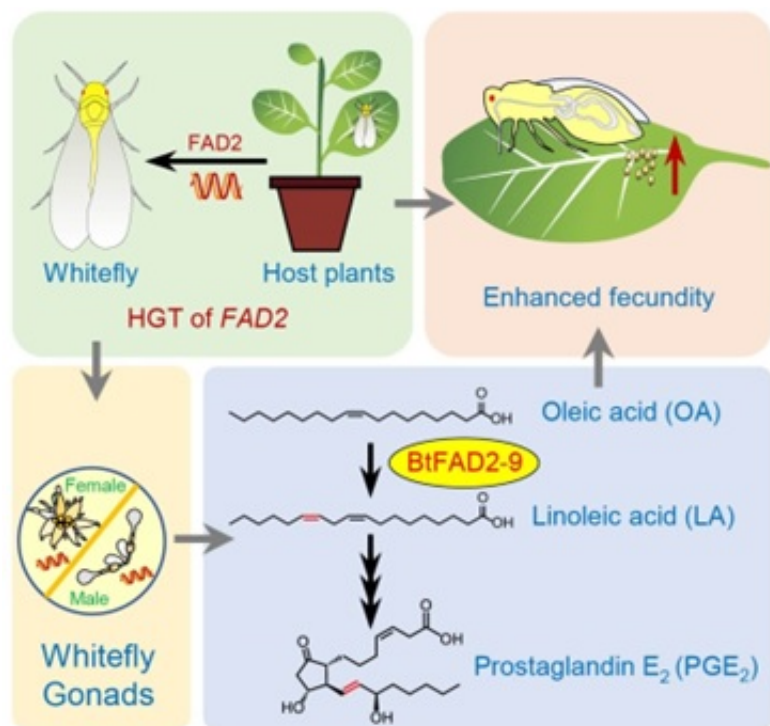
试想在几千万年前，粉虱科的祖先从植物中获得了BtFAD2-9基因。而几千万年后的我们发现BtFAD2-9的功能与植物FAD2相同，那么，我们又会怎样利用这个基因呢？郭兆将说。

因此，在解析了烟粉虱神奇的PUFA生物合成能力的分子机制后，张友军团队制定了一种实验方案，来破译烟粉虱窃取超级力量的用途，即利用RNA干扰技术沉默烟粉虱的BtFAD2-9基因，观测烟粉虱的变化。

RNA干扰是指在进化过程中高度保守的、由双链RNA诱发的、同源mRNA高效特异性降解的现象

，其作用是使得相关基因沉默。

我们设计了特殊的BtFAD2-9基因的片段，制作了发夹RNA，直接向烟粉虱饲喂发夹RNA，干扰效率约为50%，沉默该基因后，烟粉虱生殖能力显著下降。龚成说。



植物源水平转移基因BtFAD2-9增强烟粉虱生殖力的分子机制。受访者供图

此外，他们还构建了可以沉默BtFAD2-9的转基因烟草品系。他们发现，烟粉虱在取食转基因烟草后，烟粉虱的生殖能力大幅下降。除此之外，长期观测结果表明，烟粉虱取食转基因烟草所产生的后代性别比例发生偏移。

这种转基因烟草的构建不仅破坏了烟粉虱的生殖能力，长此以往的性比例失衡将导致烟粉虱种群繁衍退化，这可能是未来应用于烟粉虱防治的核心策略。龚成说。（来源：中国科学报 李晨）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1002/advs.202306653>

作者：张友军等 来源：《先进科学》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发