“调控护盾”让小菜蛾进化出杀虫剂高抗性

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/28486.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！

“调控护盾”让小菜蛾进化出杀虫剂高抗性
。苏云金芽胞杆菌（Bt）能产生多种杀虫蛋白，高效特异的杀死多种农业害虫。然而，全世界已经有13种重要的农业害虫对Bt生物杀虫剂或转Bt基因抗虫作物产生了抗药性。



小菜蛾幼虫。受访者供图

?

近日，中国农业科学院蔬菜花卉研究所研究员张友军团队破解了最早被报道对Bt生物杀虫剂产生抗药性的农业害虫小菜蛾适应性进化的分子机制，首次揭示了一个中肠转录调控环介导小菜蛾Bt抗性的调控机制。

相关成果7月14日在线发表于Cell旗下国际期刊《创新》（The Innovation）。

适应性进化的“舵手”：表观遗传与转录调控

论文通讯作者张友军告诉《中国科学报》，小菜蛾是一种为害十字花科蔬菜的世界性重大农业害虫，也是世界上第一个被报道在田间对Bt生物杀虫剂产生高抗性的昆虫，因此成为研究昆虫如何对Bt生物杀虫剂产生抗药性的良好实验材料。

此前的研究中，张友军团队发现，昆虫蜕皮激素20E含量升高会激活小菜蛾丝裂原活化蛋白激酶（MAPK）信号途径，反式调控多个中肠基因差异表达，最终导致小菜蛾对Bt生物杀虫剂进化产生高抗性。

“然而，Bt抗性小菜蛾蜕皮激素含量升高的调控机制尚不明确。于是我们将研究重点关注在与昆虫蜕皮激素20E含量变化密切相关的表观遗传和转录调控上。”张友军说。

论文第一作者兼共同通讯作者、蔬菜所研究员郭兆将告诉《中国科学报》，表观遗传学是指在不改变基因的DNA序列的情况下，基因功能发生了可遗传的变化，最终导致表型的变化，包括非编码RNA、DNA甲基化、组蛋白修饰和染色质重塑等。转录调控是基因表达调控的一部分，它决定哪些基因在何时、何地、以何种方式被表达，主要通过转录因子、启动子区域、增强子和RNA聚合酶等直接调节基因转录。

miRNA：导致完美抗性的“开关”

郭兆将介绍，miRNA是真核生物中广泛存在的一类长度为18~24个核苷酸的小型非编码RNA分子，是一种重要的表观遗传调控因子。miRNA通过与信使RNA（mRNA）上的互补序列结合，抑制转录后基因表达，进而影响生物体内的多种生物学功能。

他们首先发现，miR-8545的表达量在小菜蛾Bt抗性种群中显著升高。随后，他们证明了miR-8545的升高与小菜蛾Bt抗性相关。

“为了验证miR-8545是通过哪个靶基因介导小菜蛾Bt抗性，我们利用5个miRNA靶基因预测软件，共获得7个候选靶基因，其中仅有葡萄糖脱氢酶GLD基因（PxGLD）能够与miR-8545直接结合，而且该基因在小菜蛾Bt抗性种群中表达量显著降低。”郭兆将说。

为了探索该基因的表达量降低是否与小菜蛾Bt抗性相关，他们利用干扰技将该基因在敏感种群中进行沉默。结果发现，小菜蛾幼虫对Bt杀虫蛋白的敏感性显著降低。表明小菜蛾中该基因的表达量降低与Bt抗性相关。

接下来，他们发现，将该基因在敏感种群中进行沉默后，蜕皮激素20E的含量显著增加。同时，利用显微注射将蜕皮激素20E注射到小菜蛾幼虫体内后，PxGLD基因的表达量显著增加。遗传连锁实验也表明，PxGLD基因表达量降低与小菜蛾Bt抗性表型紧密连锁。

解释抗性“开关”的调控机制

论文共同第一作者、蔬菜所博士后朱流红介绍，他们通过克隆miR-8545的启动子序列并进行候选转录因子预测。

他们通过一系列实验确定，转录因子PxDfd能够与miR-8545的启动子结合。将PxDfd基因在对bt杀虫蛋白敏感的小菜蛾种群中进行沉默后发现，小菜蛾幼虫对Bt杀虫蛋白的敏感性显著降低，这表明PxDfd基因的表达量降低与小菜蛾抗性相关。

朱流红介绍，进一步研究证明，将蜕皮激素20E注射到小菜蛾幼虫体内后，PxDfd和PxGLD的表达量均显著增加，miR-8545的转录水平则显著降低。结果表明，过量的20E可以通过负反馈机制抑制PxDfd/miR-8545/PxGLD调控轴。

该研究在国际上首次明确了中肠转录调控环介导小菜蛾Bt抗性的分子机制：即PxDfd表达水平的降低导致miR-8545表达量增加，从而抑制PxGLD基因的表达，进而引起Bt抗性小菜蛾体内20E含量显著升高。

郭兆将说，为了避免蜕皮激素20E的过度升高影响小菜蛾正常生长发育，蜕皮激素20E含量升高后会通过负反馈调节机制抑制PxDfd基因的表达，确保小菜蛾中肠细胞中蜕皮激素20E含量的内稳态，从而组成了一个关键“ 调控护盾 ”，使小菜蛾在维持正常生长发育的前提下进化产生完美的Bt抗性表型。

张友军说，该结果为昆虫Bt抗性分子机制研究提供了全新的视角，对于田间害虫Bt抗性监测预警和综合治理具有重要的理论和实践意义。

相关论文信息：https://doi.org/10.1016/j.xinn.2024.100675

作者：李晨 来源：中国科学报

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转发