

植物大战昆虫“矛”与“盾”

“大自然,真是太神奇了!”

作为一名农业科技战线的“老兵”,中国科学院蔬菜花卉所所长张友军每当有一些重大发现,都会发出这样的感慨。眼下这个最新发现就让他再次惊呼“神奇”——

在植物和昆虫长达亿万年的战争之中,双方随着物种演化,都早已拥有属于自己的生存哲学:昆虫以植物为食,繁衍后代;植物也不会坐以待毙,每每有昆虫来犯,便产生大量毒素,以此作为防御之“盾”。不过,这种“战争时期”才产生的生化盾牌,到了“平时时期”便需集中销毁,否则就会反噬自身机体。负责销毁的,是一个名为酚糖丙二酰基转移酶的基因,此为杀敌之“矛”。一“盾”一“矛”之间,砌筑起植物帝国的护城堡垒。

相应地,在漫长的物种战争中,狡猾的昆虫也渐渐练就破坏植物盾牌的本领,找到了攻城计策。一个名为烟粉虱的昆虫,便将植物身上的杀敌之“矛”偷来,用来攻击植物的生化“盾”,因此每每攻城略地,无往而不利。

“这不就是战国时期古人所说的‘以子之矛,攻子之盾’?”张友军和团队成员发现这一神奇现象后异常兴奋。他说,那个叫烟粉虱的昆虫,正是通过窃取植物的酚糖丙二酰基转移酶基因,才有广泛寄主适应性,在植物昆虫大战中所向披靡,能够侵害超过600种植物。

这是张友军团队用了将近20年的时间追踪研究的结果之一。3月25日,国际顶级学术期刊《细胞》发表了这一发现,这也是我国农业害虫研究领域在该期刊上的首篇论文,意义重大可见一斑。



烟粉虱广泛寄主适应性机制示意图。正如古人的“以子之矛,攻子之盾”,烟粉虱正是通过这种巧妙的进化方式获得广泛寄主适应性。
中国农科院蔬菜花卉所供图

据论文共同第一作者、中国农科院蔬菜花卉所博士后杨泽众介绍,研究团队制定了一种策略,来破解烟粉虱窃取的“超级力量”,即利用RNA干扰烟粉虱的酚糖丙二酰基转移酶基因,让它对这种植物有毒化合物敏感。

循着这个思路,研究团队构建了表达该发夹RNA的转基因番茄品系。

结果显示,在没有农药作用下,取食野生番茄7天后,烟粉虱死亡率为15.48%;而取食转基因番茄7天后,烟粉虱死亡率为93.35%。

“这些数据说明,转基因番茄品系能够有效控制烟粉虱。”杨泽众说。这意味着,将来一些植物或许再也不用通过打农药来防治烟粉虱,利用RNA干扰做成一些转基因植物,或可一劳永逸。

当然,采用这种方法还需要克服一些障碍,比如,人们对转基因作物的忧虑。

“这种可以应对烟粉虱的转基因植物,对人体会不会有害?”张友军也会被问到这样的话。他的解释是:这个基因是植物来源的基因,植物本身就有——从这个角度来说,它是天然的、安全的。

“因为我们吃的番茄以及其他植物里都有这个基因,我们只是把烟粉虱‘偷’来的这个植物源基因,又在植物里面给表达了,所以没有任何安全性的问题。”张友军说。

“我确信这个故事包含实质性创新内容,并且该论文将对生态学家、进化生物学家、植物化学家和从事害虫防治的工作人员引起极大的兴趣。”《细胞》杂志审稿人Roy Kirsch给出这一评价。他还补充道,该研究涵盖从植物代谢谱到昆虫的比较基因组以及两者之间的所有内容,从不同角度深入研究解决问题。

这一重大发现的背后,是张友军团队20年的坚守。

从2001年起,张友军便开始探索烟粉虱寄主适应性机制。他告诉记者,整个科研团队也曾遭遇“经费不足”“学科偏冷”等问题,但最终都挺了过来。

20年来,团队里有的成员转行从事了其他工作,但当年留下来的那一批硕士、博士,到今天,很多已经成为国内相关科研院所的教授、副教授。

“这一重大成果既是团队成员20年磨一剑的回报,也是基因技术发展和时代发展给予的机遇。”张友军说。

据蝌蚪五线谱

“超级害虫”

“这一发现对现实生活有什么用?”在接受中青报·中青网记者采访时,张友军说,该发现可为新型植物源杀虫剂的开发提供依据,即为烟粉虱的田间精准绿色防控技术研发提供全新思路。

这一切还要从烟粉虱是谁说起。

100多年前,烟粉虱最早在希腊的烟草上被发现,故而得名。这个比芝麻粒还小,看上去既不凶神恶煞,又非丑陋不堪的小飞虫,作为外来入侵物种,被联合国粮农组织认定为世界第二大害虫,也是该组织认定的迄今唯一“超级害虫”。

“烟粉虱的危险性,甚至超过了第一大农业害虫棉铃虫。”张友军说,它不仅通过刺吸寄主植物韧皮部汁液对其造成直接伤害,还能分泌蜜露诱发植物真菌病害危害植物。更重要的是,作为病毒的超级载体,烟粉虱能够传播极具破坏性的植物病毒病,每年造成数十亿美元的经济损失。

以我国为例,自上世纪90年代中后期,烟粉虱陆续在全国范围内发生危害,其中对蔬菜、棉花等作物生产危害最为严重。2009年,仅烟粉虱传播的番茄黄化曲叶病,就给我我国番茄产业造成了100多亿元的损失。在北京,烟粉虱对黄瓜、番茄、茄子、甜瓜和西葫芦的危害损失,严重时可达七成以上。

“它几乎什么都能吃,超过600余种植物都是它的‘盘中餐’,而且适应性极强,很容易暴发成灾。”张友军说。

100多年来,人们对烟粉虱的治理主要依靠农药,但至今没有办法根治它。更令人头疼的是,面对这些化学防治,烟粉虱这个狡猾的家伙,进化出了“抗药性”,目前已经显示出对超过50种杀虫剂有效成分的抗性。

究其原因,还是一些最基本的认识问题没

能解决——人们始终不明白烟粉虱为什么能有如此广泛的寄主适应性,为什么又禁而不绝?

张友军告诉记者,有的昆虫只取食一种植物,如褐飞虱只吃水稻,属于单食性;有的能吃一科内或近缘科的多种植物,如小菜蛾只取食十字花科蔬菜作物,叫做寡食性;还有的能吃多种不同科的植物,如烟粉虱等,叫做多食性昆虫。

“为什么昆虫吃的植物不一样,多食性害虫适应能力强,如何防治?”张友军说,食性显然与害虫的种群暴发危害密切相关。1999年,他带领团队探索昆虫的食性之谜;两年后,他带领团队将研究力量集中在了烟粉虱的寄主适应性及其暴发成灾的机制上。

如今,这个秘密被揭开了——跨物种“偷盗”。

跨物种“偷盗”

所谓跨物种“偷盗”,就是烟粉虱“偷”了植物里的“矛”,变成自己用来攻击植物的“利器”,让植物帝国无法防御。

2013年,张友军团队第一次完成烟粉虱的全基因组测序,烟粉虱体内基因,随之暴露在人类面前。

这时,研究团队惊奇地发现,烟粉虱体内存在一个明显来自植物的基因——酚糖丙二酰基转移酶基因。据此次成果论文第一作者、中国农科院蔬菜花卉所植物保护研究室副主任郭兆将介绍,这个基因,正是后来科学家发现的植物里的“矛”。

“这种只在植物和少量真菌微生物体内才出现的基因,怎么会出现在烟粉虱的‘肚子’里?”郭兆将说。

科研团队进一步研究发现,这种酶主要在烟粉虱的中肠中,仍有植物中该基因的活性,具

备代谢酚糖的能力。换句话说,这个转移到了烟粉虱身体里的基因,不但一代代遗传了下来,而且能发挥重要作用——用来攻破植物保护自己的“盾”。

就这样,烟粉虱完成了一次成功的“偷盗”,把植物的“矛”,变成了自己的“矛”。这一过程被称作水平基因转移,是相对于垂直基因转移——亲代传递给子代而言的,它打破了亲缘关系的界限,让基因流动的可能变得更为复杂。

“这个发现让团队里很多年轻人都很兴奋。”论文共同第一作者、中国农科院蔬菜花卉所博士后夏吉星说,中国人流传至今的“自相矛盾”寓言,没承想在昆虫和植物的战争中出现了。

这也是现代生物学诞生100多年来,人类首次研究证实跨物种之间——植物和动物之间存在功能性基因水平转移现象。

论文共同通讯作者、瑞士纳沙泰尔大学化学生态学家和昆虫学家Ted Turlings说:“这项研究在国际上首次提供了植物基因水平转移至昆虫中的功能性证据,这种能够代谢植物防御性毒素的基因——酚糖丙二酰基转移酶仅存在于烟粉虱中。”

不过,原本属于植物的“矛”,究竟是怎样被烟粉虱得到的,研究人员还没有确切发现。

他们推测,这次“偷盗”行为,可能是烟粉虱所携带的植物病毒,在烟粉虱和植物之间反复传播的过程中发生的。发生的时间可能是在3500万—8600万年前,具体过程有待进一步研究。

遏制“超级力量”

研究到此并未结束。找到了烟粉虱在植物世界“横行霸道”的原因,科研人员还要想办法攻克它。

