

Bt 杀虫技术

您可曾见过叶片被植物上的昆虫吃掉?或者是全部收成被昆虫毁坏?植物昆虫给农民和家庭花匠们制造了不少麻烦。但是,他们除了向植物上连续喷洒杀虫剂,可以采取的其它措施很少。不幸的是,人们不得不面对这些喷洒的杀虫剂,而有些杀虫剂将威胁到人类健康。

正是基于上述原因,科学工作者一直在努力寻求对付这些植物昆虫的其它方法。

Bt 生物体

Bt (*Bacillus thuringiensis*)是一种常见的土壤细菌,最早发现于德国的图林根州。

Bt 能产生一种麻痹有害昆虫幼虫的蛋白质,这些有害昆虫包括最常见的棉铃虫和玉米钻心虫,它们的侵袭均能对重要作物造成严重破坏。



作用模式

当昆虫幼虫取食含有 *Bt* 基因的植物时, *Bt* 蛋白在食道的碱性环境下被激活,造成食道无法取食,昆虫在几天内死亡。

由于能产生杀虫性蛋白,因此开展了许多有关 *Bt* 在农业生产中应用价值的研究。迄今为止,共发现了 200 多种对昆虫产生不同毒性的 *Bt* 蛋白。

早期的 *Bt* 技术

可以很容易地利用发酵技术培养 *Bt* 蛋白。因此,在过去 40 年里,世界范围内的农民都把 *Bt* 作为一种杀虫剂使用。尤其是那些有机耕田的农民从中获益不浅,因为 *Bt* 是为数不多的符合有机标准的杀虫剂。这种杀虫剂能以颗粒或液体形式喷洒或直接应用于地面。

但两种方法的使用效率都相当有限。因为杀虫剂不容易接触到位于叶片下面或已经侵入植物内部的目标昆虫。科学家正在用现代生物技术攻克这一难题。

现代 Bt 技术

科学家从细菌中分离出能产生杀虫蛋白的 Bt 基因并整合到植物基因组中。植物自身产生的 Bt 蛋白既不会被冲洗掉，又能免受日光的损伤。这样，在任何环境下，植物会持久得到保护，免受螟蛉和玉米钻心虫的袭击。



Bt 生物技术的安全性问题

Bt 蛋白对人类健康的影响

那么 Bt 蛋白对非目标有机体的安全性有多高呢？Bt 蛋白对目标昆虫具有特异性，这是 Bt 蛋白成为理想的生物害虫防治方法的重要特征。实际上，不同种类的 Bt 蛋白对特定目标昆虫能产生特异性毒性。这种特异性源于 Bt 蛋白的毒性由不同的感受器官介导产生。也就是说，当昆虫吞食 Bt 蛋白后，Bt 蛋白对昆虫食道内的特异感受器官起作用。幸运的是，人类和大多数有益昆虫都没有这些感受器官。



Bt 转基因作物在进入市场之前，必须经过严格指定的毒性和过敏性测试。

美国环境保护机构(US-EPA) 已经对 Bt 蛋白作了毒素学评估，同时对相对更高剂量的 Bt 蛋白进行了测试。根据扩展毒素学网络(Exttoxnet)，美国几所大学联合主持了杀虫剂信息项目，18 个人每天取食 1 克商业化 Bt 蛋白，根据选定时间共取食 5 天后并未出现任何不良症状。连续三天每天取食 1 克后，未发现中毒或传染现象。而且，研究发现 Bt 蛋白能在离体蠕动的胃内迅速被降解 (Exttoxnet, 1996)。

Bt 蛋白对环境的影响

Bt 蛋白对土壤生态系统和地下水的影响

Bt 蛋白在土壤中适度存在，属稳定型一类。由于它不移动，因此不会被过滤到地下水中。Bt 蛋白在酸性土壤环境中不能存活，接受日光照射后，由于紫外辐射 Bt 蛋白迅速被钝化。

专家们专门研究了 Bt 作物对土壤有机体及其它有益农业昆虫的影响，并未发现 Bt 作物能对非目标土壤有机体产生不利影响，即使是在 Bt 蛋白浓度远远超出有机体自然生长的环境条件下。另外，US-EPA 将种植 Bt 作物和常规作物(Donegan, et al., 1995)或是非 Bt 作物(Donegan, et al., 1996)的土壤进行对比，发现土壤微生物没有任何变化。

Bt 蛋白对动物和昆虫的影响

研究发现，Bt 蛋白对狗，天竺鼠，老鼠，鱼，青蛙，火蜥蜴以及鸟类没有任何毒害作用。值得一提的是，Bt 蛋白对有益或捕食昆虫譬如蜜蜂和七星瓢虫没有毒性作用(Exttoxnet, 1996)。

1999 年的一则报道认为 Bt 玉米花粉对帝王蝶幼虫有毒害作用。这一报道引发了大家关于 Bt 作物对非目标生物有机体危险性的思考，并提出了一些问题。然而，近期研究发现 Bt 玉米只能对田间帝王蝶造成微不足道的威胁。美国和加拿大科学家进行了合作研究，意在收集信息以便建立关于 Bt 玉米对帝王蝶群体影响的正式评估细则。他们认为大多数商品化的杂交品种，其花粉内的 Bt 基因表达量很低，实验室和田间研究发现任何花粉密度都不会对帝王蝶产生明显的毒害作用。

Bt 作物的优点

改善害虫管理 Bt 作物可在长时间内使作物免受多种破坏性昆虫侵袭，减少或不用喷洒杀虫剂。同使用农业杀虫剂控制害虫的方法相比，更能减少产量损失，使农民省出更多时间管理其它事情。

减少杀虫药使用 1998 年，美国农业部报道说，Bt 作物的种植减少了 820 万磅杀虫剂有效成分的使用。中国和阿根廷也有类似报道，其中 Bt 棉花的种植使杀虫剂使用减少了 60-70%。



收入增加 同种植常规作物相比，收入的增加往往归根于投入的减少。在美国种植 Bt 棉花的农民由于减少了杀虫剂的使用费用亦或增加了棉花产量，使得他们的纯收入增加了 0.99 亿美元。同样，据阿根廷的报道，种植 Bt 棉花的农民其平均收入每公顷可增加 65.05\$。

非目标生物体条件的改善 由于 Bt 作物具有自我保护害虫的能力，化学杀虫剂的使用明显减少，可促进有益生物体的繁殖。有益生物体能控制其它次级害虫，常规广谱杀虫剂的使用减少了捕食或寄生群体，这时次级害虫的危害就会加重。

玉米真菌毒素减少 Bt 作物除了能有效防治害虫，还能减少微生物病原体的发生机率，譬如真菌镰刀霉，这种菌类可产生对家畜具有致命效应的毒素，并诱发人类癌症。

昆虫抗性管理(IRM)

由于 Bt 作物在整个生育期内表达 Bt 蛋白，因此我们不得不采取预防昆虫抗性产生的措施。在美国，例如，EPA 通常要求有一个“缓冲带”，或是结构壁垒，非 Bt 作物种植在 Bt 作物旁边。



IRM 被认为是可持续利用转基因改良和 Bt 微生物喷洒制剂的关键。

Bt 生物技术的研究现状

截止到 2005 年，大约在 2620 万公顷的土地上种植了含 Bt 基因的作物。表 1 显示了从 1996 年到 2005 年进行商业化生产 Bt 棉花或 Bt 玉米的国家。

表 1.

作物	国家
棉花	阿根廷 澳大利亚 中国 哥伦比亚 印度 印度尼西亚 墨西哥 南非 美国
玉米	阿根廷 加拿大 法国 德国 洪都拉斯 菲律宾 葡萄牙 西班牙 南非 美国 乌拉圭

来自：Clive James, 2005.

结论

Bt 作物是我们对付植物害虫的又一大发现。随着世界人口的增加和耕地面积的减少，挖掘各种方法，在有限的土壤上生产出更多的粮食变得异常重要。同时使用合理的农业实践方法，Bt 昆虫抗性技术会给作物、农民和消费者带来更多益处。

参考文献

1. **James, C.** 2005. *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2005. ISAAA Briefs No. 34. Ithaca, NY.*
2. **Donegan, K.K., C.J. Palm, V.J. Field, L.A. Porteous, L.M. Ganio, D.L. Schaller, L.Q. Bucao, and R.J. Seidler.** 1995. *Changes in levels, species and DNA fingerprints of soil microorganisms associated with cotton expressing the Bacillus thuringiensis var. kurstaki endotoxin.* Applied Soil Ecology 2:111-124.
3. **Donegan, K.K., D.L. Schaller, J.K. Stone, L.M. Ganio, G. Reed, P.B. Hamm, and R.J. Seidler.** 1996. *Microbial populations, fungal species diversity and plant pathogen levels in field plots of potato plants expressing the Bacillus thuringiensis var. tenebrionis endotoxin.* Transgenic Research 5:25-35.
4. **The Council for Biotechnology Information.** 2001. *Bt Protein in Soil.* http://www.whybiotech.com/pdf/Bt_Protein_in_Soil.pdf
5. **Environmental Protection Agency.** 1999. *EPA and USDA position paper on insect resistance management in Bt crops.* http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/otherdocs/bt_position_paper_618.htm
6. **Extension Toxicology Network.** 1996. *Pesticide Information Profile, Bacillus thuringiensis.*
7. **Monarch butterfly studies.** <http://www.pnas.org/papbyrecent.shtml>

Pocket Ks 是知识手册系列，它收集了作物生物技术产品及其相关资料，以便随时查阅。本知识手册由全球作物生物技术知识中心编写（<http://www.isaaa.org/kc>）。

如需了解更多信息，请联系农业生物技术应用国际服务组织（ISAAA）SEAsiaCenter c/o IRRI, DAPO Box 7777, 马尼拉，菲律宾。

电话：+63 2 845 0563

传真：+63 2 845 0606

电子邮箱：knowledge.center@isaaa.org

2006 年 2 月修订