



小综述

Mini-Review

Btk, 毛毛虫的克星

方宣钧[✉]

海南热带农业资源所(HITAR), 三亚, 572025, 海南, 中国

✉ 通讯作者: James.XJ.Fang@gmail.com ✉ 作者

昆虫分子生物学研究, 2012 年, 第 1 卷, 第 3 篇 doi: 10.5376/imbr.cn.2012.01.0003

本文首次以英文发表在 *Bt Research*, 2012, Vol.2, No.3, pp.14-15 上。现依据版权所有人授权的许可协议, 采用 Creative Commons Attribution License 协议对其进行授权, 用中文再次发表与传播。只要对原作有恰当的引用, 版权所有人允许并同意第三方无条件的使用与传播。如果读者对中文含义理解有歧义, 请以英文原文为准。

引用格式:

Fang, 2011, *Btk*, the nemesis of caterpillars, *Bt Research*, Vol.2, No.3, pp.14-15 (doi: 10.5376/bt.2011.02.0003)

摘要 *Bacillus thuringiensis*, var. *Kurstaki*, 以 *Btk* 闻名, 发现于 1962 年, 命名于 1970 年。1981 年, 第一个杀虫晶体蛋白基因 Cry1Aa1 从 *Btk* 中克隆出来, 奠定了 *Btk* 在 Bt 研究历史上的重要地位。自 20 世纪 60 年代美国第一次使用 *Btk* 制剂以来, *Btk* 已制成多种商业用杀虫剂, 例如 Dipel、Thuricides、Bactospeine、Novabac 等, 广泛地用于鳞翅目害虫的防治。同时, 多年来大量的研究证明, 在作物上、家庭花园中或用于防治毛毛虫, *Btk* 的施用不会对人类和哺乳动物产生问题。在过去的数十年中成千上万的 *Btk* 施用并没有可检测的负面效应, 并获得非常好的安全性记录, 得到美国 EPA, 加拿大卫生部, WHO 以及其他许多部门认定。

关键词 *Btk*; *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*; 晶体蛋白; 生物杀虫剂; 毛毛虫; 安全性

Btk, the Nemesis of Caterpillars

Jim X. J. Fang[✉]

Hainan Institute of Tropical Agricultural Resources (HITAR), Sanya, 572025, Hainan, China

✉ Corresponding author, James.XJ.Fang@gmail.com ✉ Authors

Abstract *Bacillus thuringiensis*, var. *Kurstaki*, known as *Btk*, was discovered in 1962 and named in 1970. In 1981, the first insecticidal crystal protein gene Cry1Aa1 was cloned from *Btk*, and it established the important position of *Btk* in the Bt research history. Since the first use of *Btk* formulations in USA in the 1960s, *Btk* has been formulated in many commercial insecticides including very well-known brand products, such as Dipel, Thuricides, Bactospeine, and Novabac which were widely used as bio-pesticides for control of lepidopteran pests. Over the years, a large number of studies have shown that *Btk* application on crops, home gardens, or for the control of caterpillars will not cause problems for humans and mammals. In the past decades, there was no detectable negative effect from the thousands of *Btk* applications and the safety record for *Btk* has always been very good accredited by EPA of the United States, Health Canada, WHO as well as many other departments.

Keywords *Btk*; *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*; Crystalline protein; Biopesticide; Caterpillar; Safty

许多 *Bt* 菌, 在孢子形成过程中, 能产生一种晶体蛋白(蛋白质的包涵体), 叫做 δ -内毒素(δ -endotoxins), 或叫 crystal proteins 与 Cry proteins, 这种内毒素具有毒杀昆虫的作用。不同的 *Bt* 菌株能毒杀不同种类的特定的昆虫。如我们熟知的

Bacillus thuringiensis, var. *Kurstaki*, 广泛用于防治毛毛虫(caterpillar pests), 像舞毒蛾(gypsy moths), 云杉卷叶蛾(spruce budworm)、粉纹夜蛾(cabbage looper)等。

1 *Btk* 的发现

1962 年, Edouard Kurstak 在法国巴黎附近的 Bures sur Yvette 一个面粉厂的病死地中海粉斑螟

收稿日期: 2012 年 6 月 20 日

接受日期: 2012 年 8 月 02 日

发表日期: 2012 年 8 月 08 日

(*Anagasta kuehniella*)幼虫中分离出另外一个亚种(Kurstak et al., 1962),并在1962年和1963年分别将分离株送给美国农业部的A. M. Heimpel。1970年, Dulmage报道从患病的 *Pectinophara gassypiella* 幼虫中分离出 *Bt* 分离株,并称之为 HD1。De Barjac 和 Lemille 对来自 Kurstak, Heimpel 和 Dulmage 的分离株进行了鞭毛血清鉴定,认为这些菌株为一个新的 *Bt* 亚种,命名为 *kurstaki* (Dulmage et al., 1970)。这就是熟知的 *Btk*(*Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki*)。HD1 和 HD73 为 *Btk* 的模式菌株(Dulmage et al., 1970)。

2 *Btk* 的 *Cry* 基因及毒杀作用

Btk 在研究杀虫蛋白的历史上占有重要地位。1981年 Schnepf 和 Whiteley 从 *Btk* 中克隆得到第一个杀虫晶体蛋白基因,并命名为 *Cry1Aa1*(Schnepf and Whiteley, 1981)。自此之后,不断鉴定和克隆出新杀虫晶体蛋白基因。在 *Btk* HD-1 菌株中发现有两类明显的杀虫晶体蛋白:一类为 130kDa(称为 P1)对鳞翅目昆虫有毒性的晶体蛋白;另一类为广谱的 63kDa 的 P2 蛋白对鳞翅目昆虫和蚊子有毒性的晶体蛋白(Yamamoto and McLaughlin, 1981)。迄今为止,在 *Btk* 菌株中发现的杀虫蛋白主要有 *Cry1Aa*、*Cry1Ab*、*Cry1Ac*、*Cry2A*、*Cry2B* 等。

对 *Btk* 敏感的毛毛虫摄入 *Btk* 毒蛋白后,毛毛虫肠道中的高碱性环境使 *Btk* 晶体包涵体变得可溶并易于酶解,释放出称作内毒素的 *Cry* 蛋白,这种蛋白能够毒害昆虫的消化系统。内毒素的作用是插入肠道细胞膜并在昆虫的肠道壁衬里形成穿孔。一旦昆虫食物, *Btk* 孢子以及消化液通过这些小孔进入昆虫的血液,它会导致全身感染,杀死毛毛虫。而对于有酸性肠胃的动物,如鸟类、鱼类和哺乳动物, *Btk* 则没有作用。

3 *Btk* 杀虫制剂及防治毛毛虫的优点

用 *Btk* 制成的商业用杀虫剂很多,比较有名的如 Dipel、Thuricides、Bactospeine、Novabac 等,这些生物杀虫剂主要是运用于防治鳞翅目害虫。市售的 *Btk* 制剂常常是内毒素晶体和活细菌孢子的混合物。配制成的悬浮液浓缩物(SC),颗粒饵料(GB),预制即用的诱饵(RB),悬乳剂(SE),颗粒剂(GR),油混合悬浮剂(油悬浮剂),可分散粉剂(DP)和可湿性粉剂(WP)。这些 *Btk* 配方制剂,除了杀虫活性物

质以外,常常含有一些惰性成分,包括粘合剂,紫外保护剂,防腐剂等,使得喷施以后能更加稳定地留在叶面上。

用 *Btk* 防治毛毛虫有许多优点:首先,摄入 *Btk* 以后患病或死亡的毛毛虫,鸟类或其他动物食用之,是没有危险的;其次,喷洒在叶面上的 *Btk*,通常在 3~5 d 内,阳光和其他微生物会摧毁 *Btk*。所以 *Btk* 不会在环境中产生繁殖或者累积;第三,也是最重要的一点, *Btk* 不会对人类或宠物产生任何威胁。因此,即可用飞机或直升飞机对大区域进行喷洒,也可以对单棵树进行喷洒,以防治毛毛虫。

4 *Btk* 的防治效果及使用方法

施用 *Btk* 制剂防治毛毛虫仅仅在幼虫大量的进食阶段才毒杀有效,因为 *Btk* 是一种肠道毒素,只有当毛毛虫将 *Btk* 吃到肠胃才能起作用。对昆虫的非食阶段(non-feeding life stage)几乎没有效果。因此,使用时间对防治效果至关重要。在两周内分两次喷施 *Btk* 制剂能达到很好的防治效果,在毛毛虫孵化以后 10 d 进行第一次喷施,在第 15 天后此时毛毛虫仍然小于 3/8 英寸时再次喷施。只要合理施用 *Btk*,每次喷施其防治效果可达 80%~85%。通过在两周内连续的两次间隔喷施,99%的毛毛虫都能被杀死。

5 *Btk* 的安全性

Btk 在土壤中天然存在,也广泛用于喷洒作物防治害虫。如果你吃蔬菜或者水果,你就有可能摄入 *Btk*,显然,在你的日常生活中你已经置身于 *Btk* 中。调查 *Btk* 安全性的研究人员认为 *Btk* 不会引起感染或者过敏。这是因为人类和其他哺乳动物的胃有很高的酸性环境,在 *Btk* 可能引起感染之前 *Btk* 已经被酸摧毁了。多年来,大量的研究表明在作物上、家庭花园中或用于防治毛毛虫, *Btk* 施用不会对人类和哺乳动物产生问题。在过去的数十年中成千上万的 *Btk* 施用并没有可检测的负面效应。回溯到 20 世纪 60 年代美国第一次使用 *Btk* 制剂以来, *Btk* 的安全性记录是非常的好。对 *Btk* 产品进行彻底的毒性评估后,包括活性成分和惰性成分,美国 EPA,加拿大卫生部,WHO 以及其他许多部门认定,只要根据标识指引使用 *Btk* 制剂,都是安全的有效的。

参考文献

Dulmage H.T., Correa J.A., and Marinez A.J., 1970, Coprecipitation with lactose as a means of recovering the spore-crystal complex of *Bacillus thuringiensis*. J. Invertebr Pathol., 15: 15-20
[http://dx.doi.org/10.1016/0022-2011\(70\)90093-5](http://dx.doi.org/10.1016/0022-2011(70)90093-5)

Kurstak E.S., 1962, Donnees sur lepidizootie bacterienne naturelle provoquee par un Bacillus du type Bacillus thuringiensis sur *Ephestia kuhniella* Zeller, Entomophaga Mem. Hors Ser., 2: 245-247

Schnepf H.E., and Whiteley H.R., 1981, Cloning and expression

of the *Bacillus thuringiensis* crystal protein gene in *Escherichia coli*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 78: 2893-2897

<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.78.5.2893>

PMid:7019914 PMCID:PMC319465

Yamamoto T., and McLaughlin R.E., 1981, Isolation of a protein from the parasporal crystal of *Bacillus thuringiensis* var *kurstaki* toxic to the mosquito larva, *Aedes taeniorhynchus*, Biochem. Biophys. Res. Commun., 103: 414-421

[http://dx.doi.org/10.1016/0006-291X\(81\)90468-X](http://dx.doi.org/10.1016/0006-291X(81)90468-X)