

# 烤烟黑胫病的防治策略研究进展

平文丽<sup>1,2</sup>,李雪君<sup>1,2</sup>,朱景伟<sup>1,2</sup>,郭凯君<sup>3</sup>

(1. 河南省农业科学院 烟草研究所, 河南 许昌 461000; 2. 河南省烟草公司 烟草研究所, 河南 许昌 461000;  
3. 河南省烟草公司 西平县烟草分公司, 河南 驻马店 463900)

**摘要:** 介绍了烟草黑胫病的发生特点,并综述了该病的各种防治策略,包括合理规划烟田、选用抗病品种、加强田间管理、化学药剂防治、生物防治。在烟草黑胫病的防治中,应采用“以防为主、综合防治”的策略,控制病害,减少损失。

**关键词:** 烤烟; 黑胫病; 综合防治; 生物防治

中图分类号: S435.72 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)05-0012-05

## Research Progress in Integrated Management Strategies of Tobacco Black Shank

PING Wen-li<sup>1,2</sup>, LI Xue-jun<sup>1,2</sup>, ZHU Jing-wei<sup>1,2</sup>, GUO Kai-jun<sup>3</sup>

(1. Tobacco Research Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Xuchang 461000, China;  
2. Tobacco Research Institute of Henan Tobacco Company, Xuchang 461000, China;  
3. Xiping Tobacco Branch of Henan Tobacco Company, Zhumadian 463900, China)

**Abstract:** The characters of tobacco black shank and its integrated management strategies are expounded in this paper. The integrated management strategies include rational planning of tobacco fields, utilization of resistant varieties, strengthening field and crop management, applying chemical control and biological control. In conclusion, a policy of prevention in the first place and integrated control should be carried out in the management of tobacco black shank.

**Key words:** flue-cured tobacco; tobacco black shank; integrated management; biological control

据烟草侵染性病害调查研究协作组调查,我国16个主产烟省(区)中烟草侵染性病害有68种,发生较普遍、危害较重的主要病害有15种,给烟草生产造成了巨大的经济损失。据不完全统计,在1989—1991年的烟草生产中,烟草花叶病毒病、赤星病、黑胫病、青枯病和根结线虫病5种主要病害导致的产值损失超过15亿元。这5种病害中,烟草黑胫病导致的经济损失3a内高达3.69亿元,仅次于花叶病毒病的总和<sup>[1]</sup>。黑胫病一旦发生就会迅速蔓延,危害烟株健康,甚至造成烟田绝收,严重影响烟叶生产。因此,在烟草生产中该病害的防治问题一直备受重视。在此,综合前人的研究结果并结合本所烟草科研中的实际情况,对烟草黑胫病的各种防治措施进行总结,为烟

草生产中黑胫病的有效治理提供参考。

### 1 烟草黑胫病及其发生特点

烟草黑胫病是一种由烟草黑胫病菌(*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*)引起的土传真菌性病害。幼苗感病时茎基部出现黑色病斑,或从底叶发病蔓延到茎,引起猝倒、死亡。大田烟株发病症状主要有:近地面烟株茎部有黑色斑块或黑斑环绕,茎干缩;病害向髓部扩展后,影响水分和养分的吸收和运输,导致叶片自上而下变黄、凋萎、枯死,剖开病茎可见髓部干缩变成碟片状,中间有棉絮状菌丝;从叶部发病时,产生圆形、隐约有轮纹的病斑,严重时,经叶脉蔓延到茎部导致茎秆中部腐烂<sup>[2]</sup>。该病最初由

收稿日期:2012-11-13

基金项目:河南省烟草公司科技项目(HYKJ200921)

作者简介:平文丽(1982-),女,河南义马人,助理研究员,博士,主要从事烟草育种工作。E-mail: pingwenli99@163.com

van Breda de Haan<sup>[3]</sup>在印度尼西亚的爪哇发现,后来迅速蔓延,至1924年已经遍布全世界各地的烟田。经研究,烟草黑胥病菌是寄生型真菌,隶属于鞭毛菌亚门,卵菌纲,霜霉目,腐霉科,疫霉属<sup>[4]</sup>。针对黑胥病菌对烟草的生理损害以及该病害的防治,科研工作者做了大量研究。最新研究表明,烟草被黑胥病菌侵染后,1~3 h内乙烯、活性氧的释放量增加,48~72 h内乙烯和活性氧的释放量大量增加,该现象与隐地蛋白(cryptogein)导致的过敏反应有明显差异。进一步研究表明,通过调控该过程中相关的ACC合成酶/氧化酶等基因,抑制第2个阶段(即48~72 h阶段)乙烯和活性氧的释放,能够抑制病原菌在敏感植株中的扩繁,有效防止真菌对细胞的损害作用<sup>[5]</sup>。

## 2 烟草黑胥病的防治策略

### 2.1 合理规划烟田

烟草黑胥病菌的寄主范围较宽,据研究,即使不在人工创伤接种的条件下,该病菌也可以侵染10科12属15种植物,其中包括黄豆、黄瓜、丝瓜、番茄、大狗尾草、葎草、凹头苋、苋色藜、藜、打碗花、圆叶牵牛、苘麻和曼陀罗等一些常见的农作物和烟田常见杂草;在创伤接种情况下,黑胥病菌侵染的范围更广泛,多达21科51种植物<sup>[6-7]</sup>。考虑到田间农事活动及害虫造成的机械创伤,这些植物都是烟草黑胥病

菌的潜在寄主。根据黑胥病的发生规律,在阴雨潮湿加高温的气候条件下,黑胥病菌也会对这些植物造成危害,并导致田间病菌量增多,使烟草罹患黑胥病的概率大大增加。因此,在烟田的整体规划中,应尽量推行轮作制,并避免烟草与这些黑胥病菌的寄主植物间作、套种或连作。

针对某些烟区受耕地面积所限、推行大面积轮作较难的情况,可以考虑采用土壤熏蒸的方法。王海涛等<sup>[8]</sup>研究表明,用99.5%的氯化苦处理土壤对黑胥病的防治效果可以达到60%~88%,是解决土壤残留黑胥病菌行之有效的一种方法。

### 2.2 选用抗病品种,并选育或引进抗病的新品种

研究表明,在同样的条件下,黑胥病侵染不同烟草品种,其发病率、发病指数也有显著差异,表明烟草品种之间抗病性存在显著差异。在黑胥病发生比较严重的烟区,可以选择对黑胥病菌免疫或者抗病的品种,例如RG11、中烟100等。生产实践表明,选用抗黑胥病的品种,可以有效防止黑胥病的发生,是综合防治黑胥病最重要、最有效且最经济的策略,因此,科研工作者通过接种鉴定等方式,筛选出了一些对黑胥病抗性较好的烟草种质资源<sup>[9-11]</sup>。

目前,我国主要的烤烟品种及地方品种对黑胥病的抗病性表现如表1所示,各烟区可以根据具体情况选择合适的品种。

表1 对黑胥病抗性水平各异的烤烟品种、地方品种及主要外引品种

抗性水平	品种名称
完全免疫或高抗	大黄金 0398、大平板、革新2号、革新3号、中烟100、豫烟2号
抗性	CF202、CF212、Speight G-28、Speight G-80、H8302、H8303K346、NC82、PVH09、RGH51、Y039、ZC-01、云烟201、云烟202、云烟203、云烟98、中烟101、中烟102、中烟104、中烟201、中烟202、中烟98、中烟99、安农1号、安选79-1、保山团叶烟、楚雄团叶烟、大虎耳、大黄金0295、大黄金0345、单育3号、贵烟11号、龙江915、秦烟一号、豫烟3号
中抗	龙江911、云烟317、云烟85、中烟9203、中烟103、中烟14、中烟90、8504、Speight G-140、K326、MS 6456、NC297、NC55、NC89、遵烟一号、安丘满屋香、包皮多叶、堡子烟、春雷1号、春雷3号、RG11、RG17、V2

注:参考云南烟草种质资源图谱中品种抗病性资料<sup>[12]</sup>总结。

此外,由于黑胥病菌有多个生理小种且不断发生变异,抗病品种在生产中可能会被新的生理小种突破,失去抗性。各育种部门应积极选育、推广带有不同抗病基因或复合抗病基因且品质优良的烤烟新品种。目前,改良作物性状的方式很多,考虑到烟草行业对转基因烟叶的禁令,采用转基因方式提高烟草抗病性的手段暂不可行,研究单位可以考虑通过广泛收集种质资源,鉴定其对黑胥病菌的抗性,筛选出抗性强的抗源,选配合适的亲本组合,采用杂交育

种、轮回选择等手段达到提高品种抗病性的目的,选育出对多个生理小种均有抗性的材料<sup>[13-14]</sup>。

### 2.3 加强田间管理

烟草黑胥病多发生在成株期,发病情况与烟株的状态、气候均有密切关系。在生产安排中,如果能适时早播、选择合适的时间移栽,尽量避开病害的高发期,烟株发病的可能性会大大降低。在烤烟生长过程中,高温高湿条件有利于黑胥病菌迅速繁殖、侵染植物。因此,在田间操作中,应采用排灌等措施,

使烟田的自然环境相对干燥。烟叶采收后,应及时清理烟田。黑胫病发病时,应及时清理发病的烟株,清除病叶及碎屑,集中烧毁或深埋,以减少再次侵染<sup>[15]</sup>。

作物的抗病性和作物本身的生长势、生理状态密切相关,通过改善作物栽培方式,也能提高烟草抗病性。陈态<sup>[16]</sup>通过施用专用的多抗生物有机肥,提高了烟株对黑胫病等的抗病能力。靳志丽<sup>[17]</sup>研究表明,烟田中施用适量的腐植酸对烤烟的一系列生理活性具有促进作用,其生理代谢更趋活跃,抗逆能力得到提高,并能有效控制烟草黑胫病的侵染。李勇等<sup>[18]</sup>研究表明,采用保健栽培技术,如膜下小苗移栽,能有效防治烟草黑胫病。此外,也有研究者认为,喷施生理平衡药剂能够提高烟草的生长势和烟株对黑胫病的抗性,对烟草黑胫病的防治效果可达 50.6%<sup>[19]</sup>。

#### 2.4 化学药剂防治

黑胫病菌主要集中分布在土壤表面附近,且主要从茎基部和根系侵染烟株,因此,可以在移栽后 3~6 周或者发病的初期,向茎基部喷施化学药剂来防治黑胫病。目前,防治黑胫病的主要化学药剂包括甲霜灵、甲霜灵锰锌、烯酰吗啉、霜霉威、吡虫啉、乙磷铝、银法利(氟吡菌胺+霜霉威)等。研究表明,由于甲霜灵使用时间较长,目前已经出现耐甲霜灵的黑胫病菌菌株<sup>[20]</sup>,而施用银法利、烯酰吗啉等对耐甲霜灵的菌株均有很好的抑制作用<sup>[21]</sup>。沈娥芬等<sup>[22]</sup>研究表明,2%寡聚酸碘对烟草黑胫病的防治效果优于 58%甲霜灵锰锌,在防治烟草黑胫病中值得推广。除了施用剂量之外,影响农药施用效果的因素还有施用方式。周本国等<sup>[23]</sup>和李明等<sup>[24]</sup>研究表明,施用多种药剂的复配剂,综合防效更好且能降低药剂成本。张新要等<sup>[25]</sup>研究了改善用药方式后的防治效果,结果表明,两插两灌、三药灌茎的方式药效更佳。

因为化学防治存在一些缺点,例如:短期内见效快,但是长期反复使用易造成烟株药害、农药残留、病菌对农药产生抗药性等问题,不符合我国烟草生产的可持续发展战略。

#### 2.5 生物防治

由于化学防治中采用的药剂可能对环境造成污染,人们对生物防治越来越重视,从烟田里烟草根际土壤或者烟草内生菌中分离筛选对黑胫病菌有拮抗、抑制作用的微生物用于防治黑胫病,或者施用具有生物活性的激发子以提高植物抗病性。生物防治

高效、无毒、无残留且成本较低,是目前病害防治的首选方法。在黑胫病的生物防治中,主要的防治策略包括以下几种。

2.5.1 筛选根际微生物中对黑胫病有拮抗作用的菌株 据研究,一些木霉类菌株对烟草黑胫病有防治作用<sup>[26]</sup>。李梅云等<sup>[27]</sup>从 18 个木霉菌株中筛选出对烟草黑胫病菌拮抗作用较强的 TR13 等菌株,进一步研究确定,TR14 和 TR17 可以用作烟草黑胫病的有效生物防治菌株。王革等<sup>[28]</sup>利用诱捕法从土壤中分离出一株长枝木霉,经研究发现,该菌对黑胫病菌有较强的拮抗作用,在盆栽试验和田间试验中,该菌株均对黑胫病有防治作用。顾金刚等<sup>[29-30]</sup>从根际细菌中筛选出了 2 株荧光假单胞杆菌,试验发现,这 2 个菌株能够产生抗生素类物质,对烟草黑胫病菌的菌丝生长有明显的抑制作用,而且能够抑制孢子囊的产生,导致孢子囊变形,还能抑制病原菌游动孢子的萌发,最终阻止或者降低病原真菌的入侵,避免或者减少病害的发生。方敦煌等<sup>[31-32]</sup>通过对烟田根际细菌的研究筛选出多个菌株,其对黑胫病菌的防治效果超过药剂,其中有一株拮抗细菌 GP13,施用量适当时对烟草黑胫病的防效可高达 94.5%。目前,采用根际土壤中对黑胫病有拮抗作用的细菌进行生物防治的缺点是,该类菌株定殖能力差,受环境条件制约较大,防治效果不够稳定<sup>[33]</sup>,还需要进一步深入研究。

2.5.2 从烟草内生细菌中筛选对黑胫病有防治作用的菌株 内生细菌用作生物防治微生物是一种比较新的防治方法。内生细菌分布于植物体内,环境较为稳定,其生长也相对稳定。内生菌能够促进植物生长、提高植物抗病性<sup>[34-36]</sup>,用于生物防治,效果更稳定持久,因此,内生菌是生防菌很好的来源<sup>[37]</sup>。王万能等<sup>[38-39]</sup>从烟草内生菌中筛选出菌株 118、57、93 等多株对黑胫病菌有明显拮抗作用、防治效果较好的细菌,其中,菌株 118 抗菌谱较宽,对多种烟草病害真菌都有拮抗作用,有望应用于烟草病害的综合生物防治中。

2.5.3 使用微生物蛋白类农药 能用于控制烟草黑胫病菌的微生物蛋白农药主要是蛋白激发子类物质,这些物质通过激发植物自身的抗病基因表达而起作用。Nespoulous 等<sup>[40]</sup>和 Perez 等<sup>[41]</sup>将从隐地疫霉、樟疫霉和辣椒疫霉中纯化的蛋白激发子命名为 Elicitin。Elicitin 是一类特殊的耐热蛋白,能够诱导烟草发生过敏性坏死反应,产生抗性。很低浓度(100 pmol/mL)的该类蛋白就能通过水杨酸介导

的抗病信号途径诱导烟草发生过敏性坏死等防御反应,产生活性氧自由基、膜脂过氧化物、乙烯、植保素和PR蛋白等防御相关物质,激发烟草产生对真菌病原物的系统抗性<sup>[42]</sup>。蒋冬花等<sup>[43-44]</sup>通过基因工程、遗传改良等方式,将隐地蛋白基因导入烟草,提高了烟草的抗病性。由于目前烟草国际贸易中禁止转基因烟草,转基因烟草只能用于研究,不能用于大田生产,但是,可以转换思路,将该类蛋白用作生物农药来防治烟草黑胥病。

2.5.4 采用其他能提高植物抗性的激发子 防治烟草病害的策略除了上述方式之外,还可以通过施用寡聚糖、茉莉酸及其衍生物(茉莉酸甲酯、二氢茉莉酸丙酯)、水杨酸和乙烯等一些有激发子活性的物质。研究表明,几丁质寡糖(来源于真菌细胞的寡糖素)、蝇蛆低聚几丁糖能够调控植物生长发育,刺激植物的免疫系统,激活防御反应,产生具有抗病活性的物质(例如植保素),提高植物的抗病性;亲脂性激发子等能促进萜类物质产生,间接提高烟草抗病性<sup>[45]</sup>。徐后娟等<sup>[46]</sup>用二氢茉莉酸丙酯处理烟草,减轻了烟草黑胥病,表明在烟草生产中,可以采用二氢茉莉酸丙酯来诱导烟草幼苗产生对黑胥病的抗性,从而控制病害,减少经济损失。王长春等<sup>[47]</sup>发现,施用外源水杨酸和乙烯能够增强烟草对黑胥病的抗性,减缓黑胥病的扩展,另外,能在体内积累高水平水杨酸的转基因植株对黑胥病的抗性也明显强于野生型植株,表明水杨酸和乙烯可用于烟草黑胥病的防治。

### 3 小结

目前在烟草的大田生产中,防治烟草黑胥病采用的主要策略包括:种植对黑胥病菌免疫或者抗病的品种,农业栽培防治及化学药剂防治<sup>[2]</sup>。其中,化学防治因操作简便、见效快,生产中仍广为使用。但为了烟草行业的可持续发展大计,对烟草黑胥病的防治,应该倡导“以防为主,综合防治”的植保方针,可以通过预先规避、农业防治、化学防治、生物防治等多种措施来防治烟草黑胥病,减少其对烟草生产造成的经济损失。

#### 参考文献:

[1] 陈瑞泰,朱贤朝,王智发,等.全国16个主产烟省(区)烟草侵染性病害调研报告[J].中国烟草科学,1997(4):1-7.  
[2] 王志愿,姜清治,霍沁建.烟草黑胥病的研究进展[J].中国农学通报,2010,26(21):250-255.

[3] van Breda de Haan J. De Bibitziekte in de Deli-tabak veroorzaakt door *Phytophthora nicotianae* Mded[J]. Slands Plentuim,1896,15:1-107.  
[4] Hawksworth D L, Sutton B C. Ainsworth & Bisby's dictionary of the fungi[M]. 8th edition. Wallingford, Oxon, UK; CAB International, 1995.  
[5] Wi S J, Ji N R, Park K Y. Synergistic biosynthesis of biophasic ethylene and reactive oxygen species in response to hemibiotrophic *Phytophthora parasitica* in tobacco plants[J]. Plant Physiology, 2012, 159(1): 251-65.  
[6] 马国胜,高智谋,曹舜.烟草黑胥病菌的寄主范围[J].中国农业科学,2012,45(5):867-876.  
[7] 马国胜,高智谋.烟草黑胥病菌对农田草本植物的寄主范围[J].植物保护学报,2011,38(5):477-478.  
[8] 王海涛,陈玉国,王省伟,等.氯化苦土壤熏蒸防治烟田杂草及土传病害效果研究[J].中国农学通报,2010,26(4):244-248.  
[9] 黄成江,李天福,卢向阳,等.抗黑胥病烤烟品种资源筛选的研究初报[J].云南农业大学学报:自然科学版,2008,23(4):565-570.  
[10] 刘凤兰,王素琴,段旺军,等.烤烟品种黑胥病抗性筛选与评价[J].河南农业科学,2004(9):22-25.  
[11] 李梅云,李永平,刘勇,等.抗黑胥病烟草种质资源的田间筛选[J].云南农业大学学报:自然科学版,2011,26(5):725-729.  
[12] 许美玲,李永平.烟草种质资源图鉴[M].北京:科学出版社,2009.  
[13] 李艳.地方晒烟种质资源对烟草黑胥病抗性研究[D].长沙:湖南农业大学,2009.  
[14] 曹景林,王毅,程君奇.轮回选择在烤烟品种改良中的应用探讨[J].中国农学通报,2012,28(10):80-86.  
[15] 王静,孔凡玉.烟草黑胥病综合防治技术[J].烟草科技,2002(8):45-47.  
[16] 陈态.烟草多抗生物有机肥对病虫害防治效果及烟株生长的影响[J].现代农业科技,2009(2):131-132.  
[17] 靳志丽.腐殖酸提高烤烟品质和产量的机理研究[D].郑州:河南农业大学,2000.  
[18] 李勇,张定志.利用保健栽培技术防治烟草黑胥病的研究[J].现代农业科技,2011(24):183,188.  
[19] 郭群召,李先锋,刘巧珍.植物生理平衡剂对烤烟抗病性、农艺性状及产质的影响[J].耕作与栽培,2005(4):24-25.  
[20] 刘铭,尹福强,张文友.攀西地区烟草黑胥病菌对甲霜灵的抗药性[J].河南农业科学,2011,40(7):93-97.  
[21] 桂宁,贤小勇,黄福新,等.银法利和烯酰吗啉对烟草黑胥病菌的毒力测定及田间防治试验[J].西南农业学报,2011,24(6):2224-2230.

- [22] 沈娥芬,刘卫萍,张志民,等. 2%寡聚酸碘防治烟草黑胫病效果研究[J]. 现代农业科技, 2011(11):176.
- [23] 周本国,高正良,唐胜华,等. 不同药剂防治烟蚜及烟草黑胫病试验研究[J]. 烟草科技, 2002(6):46-48.
- [24] 李明,周本国. 不同药剂防治烟蚜及烟草黑胫病田间试验[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(4):572-573.
- [25] 张新要,蒲文宣,袁仕豪,等. 药剂防治烤烟根茎病害新方法研究初报[J]. 中国农学通报, 2007, 23(7):487-489.
- [26] 曾华兰,雷强,覃克炳,等. 木霉菌防治烟草黑胫病研究进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(31):19164-19165,19168.
- [27] 李梅云,王革,李天飞,等. 烟草黑胫病木霉生防株的筛选[J]. 中国烟草科学, 2001(2):43-46.
- [28] 王革,李梅云,段玉祺,等. 木霉菌对烟草黑胫病菌的拮抗机制及其生物防治研究[J]. 云南大学学报, 2001, 23(3):222-226.
- [29] 顾金刚,方敦煌,李天飞,等. 两株荧光假单胞杆菌菌株对烟草黑胫病病原菌的抑制作用[J]. 中国生物防治, 2004, 20(1):76-78.
- [30] 顾金刚. 烟草根际促生细菌的分离,筛选及防治黑胫病研究[D]. 北京:中国农业科学院, 2000.
- [31] 方敦煌,顾金刚,李江涛,等. 烟草黑胫病菌的拮抗根际细菌的筛选[J]. 云南农业大学学报:自然科学版, 2001, 16(2):93-95.
- [32] 方敦煌,李天飞,沐应祥,等. 拮抗细菌 GP13 防治烟草黑胫病的田间应用[J]. 云南农业大学学报:自然科学版, 2003, 18(1):48-51.
- [33] 单卫星. 植物附生微生物与叶部病害生物防治研究进展[J]. 生态学杂志, 1992, 11(1):48-53.
- [34] 邢鲲,韩巨才,乔建,等. 油菜内生细菌 yc8 诱导植物抗病性机理研究[J]. 山西农业科学, 2010, 38(10):37-40.
- [35] 袁亮,胡俊,高润蕾,等. 番茄内生细菌对番茄溃疡病菌拮抗作用的研究[J]. 华北农学报, 2008, 23(4):41-44.
- [36] 孙侨南,李进才. 小麦内生细菌对全蚀病发生的影响[J]. 天津农业科学, 2008, 14(5):57-60.
- [37] 孔庆云,丁爱云. 内生细菌作为生防因子的研究进展[J]. 云南农业大学学报:自然科学版, 2001, 16(32):256-260.
- [38] 王万能,全学军,肖崇刚. 烟草内生细菌防治烟草黑胫病及促生作用研究[J]. 植物学通报, 2005, 22(4):426-431.
- [39] 王万能,全学军,肖崇刚. 烟草内生细菌对烟草病害的拮抗和防治作用[J]. 烟草科技, 2006(1):54-57.
- [40] Nespoulous C, Huet J C, Pernollet J C. Structure-function relationships of  $\alpha$  and  $\beta$  elicitors, signal proteins involved in the plant-*Phytophthora* interaction [J]. *Planta*, 186, 4:551-557.
- [41] Perez V, Huet J C, Nespoulous C, et al. Mapping the elicitor and necrotic sites of *Phytophthora* elicitors with synthetic peptides and reporter genes controlled by tobacco defense gene promoters [J]. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 1997, 10(6):750-760.
- [42] 邱德文. 微生物蛋白农药研究进展[J]. 中国生物防治, 2004, 20(2):91-94.
- [43] 蒋冬花,孔世海,郭泽建. 激发子隐地蛋白(cryptogein)基因的克隆及其植物表达载体的构建[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版, 2002, 28(6):649-654.
- [44] 蒋冬花,郭泽建,郑重. 隐地蛋白(cryptogein)基因定点突变及其广谱抗病烟草转化植株的获得[J]. 植物生理与分子生物学学报, 2002, 28(5):399-406.
- [45] 赵小明. 壳寡糖诱导植物抗病性及其诱抗机理的初步研究[D]. 北京:中国科学院研究生院, 2006.
- [46] 徐后娟,张军,慕立义,等. 二氢茉莉酸丙酯诱导烟草抗黑胫病作用研究[J]. 农药学报, 2003, 5(1):73-76.
- [47] 王长春,蔡新忠,林敬州,等. 水杨酸和乙烯在烟草抗黑胫病中的作用[J]. 植物保护学报, 2003, 30(3):295-299.