

植物病毒病传播与防治机制研究进展

崔东亚¹, 杨美玲² (1. 运城学院生命科学系, 山西运城 044000; 2. 运城学院化学系, 山西运城 044000)

摘要 植物病毒病是植物重要病害之一, 分析了病毒的传播途径以及植物自身的抗病毒机制, 综述了近几年来对病毒防治的研究进展。

关键词 植物病毒; 传播; 防治; 机制

中图分类号 S432 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2007)08-02318-02

Research Progress of Spread and Prevention Mechanism of Plant Virus Disease

CUI Dong-ya et al (Department of Life Science, Yuncheng University, Yuncheng, Shanxi 044000)

Abstract Plant virus disease was one of the serious plants diseases. Spread approach and plant antiviral mechanism were analyzed. Meanwhile, research progress of virus prevention in recent years was reviewed in this paper.

Key words Plant virus; Spread; Prevention; Mechanism

1 植物病毒病及其危害

农业病害主要分为真菌、细菌、病毒。植物病毒是仅次于真菌的病原物。它是内含感染性核酸, 外披蛋白外壳的实体, 其特征是能感染寄主细胞和通过感染引起病害^[1]。植物病毒种类繁多有 909 种^[2], 分布广泛, 绝大多数经济作物都因受到病毒病的危害使得植株部分或全部生长异常, 严重阻碍植物生长, 影响品质和降低产量, 常见症状有枯萎、斑驳和腐烂。

植物在整个生长期内遭受到各种病毒的多次侵染, 病毒混合侵染有多种作用方式, 包括干扰作用, 交叉保护作用, 协生作用。交叉保护作用是指先入侵的病毒保护寄主不受另一种病毒的感染。协生作用是指 2 种异源病毒相互作用产生比其中任何一种病毒单独侵染更加严重的症状。植物病毒种类多, 危害面广, 一旦发生较难防治, 造成较大经济损失, 固有科学家称植物病毒病为“植物癌症”。

2 植物病毒传播途径

2.1 依赖于昆虫的传播途径 植物病毒可以通过多种途径传播, 其中大多数的病毒传播是通过昆虫介体传播而流行的。昆虫对植物体造成伤口, 病毒从伤口侵入植物体内。昆虫传播一般分为 3 种类型: 第 1 种为非持久型病毒传播^[3], 当蚜虫在寄主植物上刺吸时就可传播病毒。其特征是: 传播快, 不持久, 病毒吸附在昆虫的口针上, 但不进入虫体内, 病毒一般在植物薄壁细胞内, 可通过汁液传播, 多引起花叶型症状, 介体昆虫多为蚜虫, 其次为叶蝉和飞虱。第 2 种为半持久型病毒传播, 昆虫口针吸食获得的病毒在虫体内有转移的过程, 要经过一段时间的潜育才能传染, 但不能在虫体内增殖。其特点是吸食时间长, 传播时间长, 有循环期, 即病毒—消化道—肠壁—循环道—唾液腺。病毒主要分布在植物疏导组织内, 多引起植物矮化、卷叶等症状, 介体昆虫主要为叶蝉、飞虱等。第 3 种是持久型病毒传播, 除具有半持久型病毒的特点外, 病毒在虫体内增殖, 可终身传毒, 有些可经过卵传播病毒。一般引起植物黄化、卷叶等症状, 介体昆虫有蚜虫、飞虱、叶蝉、蚱类、粉虱等。

2.2 依赖于螨类、线虫和真菌的传播途径

2.2.1 螨虫传播介体主要有蛛螨和叶芽螨。蛛螨可传播马铃薯 Y 病毒, 叶芽螨可传播小麦条点花叶病毒和桃黄化病

毒。另外研究较多的是曲叶螨。传播小麦条点花叶病毒, 无花果螨传播黑麦花叶病毒, 还有卵型短须螨传播柑橘裂皮病^[4]。

2.2.2 线虫传播病毒介体。主要是分布咀刺目(又称矛线目)矛线科中的剑线虫属、长针线虫属和毛刺线虫属。剑线虫属传播烟草环斑病毒、芥菜花叶病毒、葡萄扇叶病毒、草莓潜环斑病毒、樱桃卷叶病毒等。长针线虫属可传播豌豆早枯病毒和烟草脆裂病毒等。线虫的取食行为与蚜虫有些相似, 传播病毒纯属机械方式, 线虫从病株根部吸食, 病毒随着进入线虫体内, 再到健康植株上吸食, 通过口针又将病毒传到健康植株上。病毒虽可在线虫体内存留一段时间, 但不增殖, 不经卵传播, 线虫蜕皮时, 病毒颗粒即同外角层皮一道脱去。

2.2.3 以真菌传播植物病毒的介体。主要有 2 类低等真菌即鞭毛菌亚门中的根肿菌目和壶菌目真菌, 包括油壶菌类和危害禾谷类的多粘菌类^[5]。芸苔油壶菌可传播黄瓜坏死病毒、烟草坏死病毒等。禾谷多粘菌可传小麦“土传”花叶病毒、大麦黄花叶病毒、水稻坏死花叶病毒等。真菌传毒主要有 2 种方式: 第 1 种是病毒粒体附着在游动孢子表面, 特别是在鞭毛上, 当游动孢子接触根表时, 病毒随着鞭毛的收缩进入孢子的原生质内, 以后与休止孢的萌动一同进入植物内。芸苔油壶菌传播的烟草坏死病毒属于这种形式。第 2 种是病毒可以进入休眠孢子, 可在其中存活几年, 病毒随着休眠孢子的萌发后侵入植物。多粘菌传播的小麦花叶病毒, 属于这种传毒方式。真菌传染病毒是专化性的。

3 植物对病毒的防御机制

在长期进化过程中, 为了抵抗病原微生物的侵害, 植物逐渐形成了一系列复杂而有效的保护机制。在不亲合互作模式中, 植物在病原菌“激发子”的诱导下形成氧化激增, 接着细胞膜通透性增加, 壁蛋白交联, 局部细胞程序化死亡, 构成过敏反应, 经过几天到一周时间, 一系列相关基因的表达也随之变化, 使得这种抗性水平逐渐扩展到整株, 形成对病原菌侵染的广谱抗性, 即系统获得性抗性^[6]。

3.1 活性氧的释放 大部分正常的细胞都有活性氧(reactive oxygen species, ROS)的代谢和调控机制, 维持 ROS 在一定范围内, 一旦受到胁迫, ROS 合成加快, 形成氧化激增(oxidative burst)。因此利用导入外源基因改变植物细胞 ROS 的正常代谢水平, 使其达到一定的表达量, 植物能表现

作者简介 崔东亚(1978-), 男, 河北保定人, 助教, 从事植物基因工程与分子物理学方面的研究工作。

收稿日期 2006-12-16

出广谱抗病的特性。

3.2 抗病基因 (R-genes) 的利用 已在不同植物中鉴定了大约 20 余种 R 基因,按其结构可分为 5 类^[7],在品种间或近缘种之间进行这些 R 基因转移可介导产生抗病性。将番茄的 Pto 基因转入到对 *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* 敏感的番茄品种中,转入 Pto 基因后的转基因植株表现出与抗性品种相同的抗病性^[8]。有趣的是过量表达 Pto 基因的番茄在没有 Pto-AvrPto 相互作用的情况下,也表现出叶肉栅栏组织细胞坏死、SA 积累、PR 蛋白基因的表达量提高等现象,表明转基因植株对多种病原物具有广谱抗性^[9]。

3.3 丛枝菌根 (丛枝菌根^[10] VAM AM)) 是植物界分布最广的一类内生菌根。参与 VAM (AM) 形成的真菌,即 AM 真菌具有活体营养 (寄生) 特性,在其侵染植物根系过程中能诱导寄主植物产生防御反应,主要包括:植物细胞壁的加固;病程相关蛋白的积累;次生代谢的加强。因此 AM 真菌的侵染及其菌根的形成对于提高植物抗病性,保持植物健康状况具有重要意义。

4 植物病毒防治机制

4.1 组织培养技术的应用与化学防治

4.1.1 组织培养。在植物茎尖中,病毒侵染植物后可进入植物细胞,当植物细胞分裂时,病毒 DNA 也同时复制。因此植物细胞分裂和病毒繁殖之间存在相互竞争,在迅速分裂细胞中,是正常核蛋白占优势,而在植物伸长期间,是病毒核蛋白占优势。生长点、分生组织细胞是活跃分裂的细胞。其分裂速度比病毒 DNA 复制速度要快,故采旺盛分裂的生长锥 (顶端分生组织) 离体培养,就可以获得可能脱除植物病毒。在该体系建设中必须防止再度感染病毒,研究、繁殖、生产必须严格分工,原种的繁殖必须在隔离的网室中进行,良种的繁殖采用集团隔离的大田中进行,以保证无病毒、无各种病虫害。农家生产的良种,经过 2-3 年后会再度感染,必须全部更新。

4.1.2 化学防治。病毒的化学防治是靠化学药剂消除病毒或诱导植物产生对病毒的抗性作用。目前化学药剂的研制主要围绕以下几个方面进行:抑制病毒的侵染与增殖;使植物感染部位坏死,从而阻止病毒的进一步扩散;诱导植物对病毒的侵染核增殖产生抗性;抑制病毒在细胞之间转移^[11]。科研工作者研制了多种物质,所试验的物质大致分为天然的和合成的 2 种。

天然抗病毒物质一般来源于植物和霉菌,大多为正常植物的组成成分经诱导得到的。天然抗病毒物质的抗病毒谱较广,有良好的抑制病毒侵入和增殖作用,并且无毒无公害,大致为蛋白质、氨基酸或多糖。但天然药剂防治作用欠佳,提取周期长,提取工艺复杂成本高。合成药剂种类较多,包括呋喃核糖的核苷酸、嘌呤、嘧啶衍生物,代表药物为 Virazole 或 Ribavirin,能够抑制病毒的增殖。该类物质对植物有明显的毒害作用;2,4-二氧六氢-1,3,5-三嗪 (DHT) 类化合物,对多种病毒有抑制作用,并能够促进正常植物的代谢和组织分裂,对动植物毒性小,易分解,但抗毒谱性不高;氨基酸类衍生物,该类物质对环境和生物体安全性较高,对生物体的表皮有较好的亲和性;此外还有硫脲、磺酸衍生物及其它杂环化合物^[12]。目前开发有效的抗病毒药剂对于病毒的防治有积极意义,一旦病毒病发生,防治仍较为困难。

4.2 基因工程在植物病毒防治中的应用 化学防治在提高作物产量和防治病害方面起了重要作用,但也造成了重大环境问题。基因工程技术为培育抗病的新品种开辟了途径^[13]。外源病毒外壳蛋白 (coat protein, CP) 基因,将其导入植物细胞后,使植物获得保护作用。作用方式有 2 种假说:一种是细胞中的自由外壳蛋白把侵入植物细胞的核酸重新包裹,阻止了病毒的翻译和复制。另一种假说为在外壳蛋白水平上抑制病毒脱壳。这 2 种假说都有一定的实验依据,总之利用病毒外壳蛋白基因可有效地防治病毒对作物的侵染。病毒复制酶基因,病毒复制酶基因是病毒非结构蛋白基因,复制酶一般是病毒核酸进入寄主细胞并结合到寄主核糖体之后形成的,作用机理还不清楚。从试验结果看,病毒复制酶基因所介导的抗性远远强于病毒外壳蛋白基因所介导的抗性,其最大优点是:即使对转基因植物使用很高浓度的病毒或其 RNA,抗性依然明显。核糖体失活蛋白 (ribosome-inactivating, RIP) 是一类能抑制蛋白质生物合成的蛋白,广泛存在于高等植物中,含量丰富,具有抑制无细胞蛋白质生物合成的作用,对完整细胞或动物呈无毒或低毒。大多数植物和细菌中的核糖体失活蛋白是通过它的 N-核苷酶 (N-glycosidase) 活性实现其抑制蛋白合成的功能,真菌中的核糖体失活蛋白以其核酸酶 (RNase) 活性来起作用,其优点在于能使植物获得对若干种非相关病毒的广谱抗性。

农杆菌介导法首先用于植物抗病毒研究,1986 年 Powell^[14]等利用农杆菌首次成功地将烟草花叶病毒的蛋白衣壳基因导入烟草,并获得抗烟草花叶病毒转基因植株。Tumer 等通过叶盘法将苜蓿花叶病毒的衣壳蛋白基因导入烟草番茄中,获得转化植株^[15]。接种研究表明:2 周后转化植株的发病率为 15%~28%,而对照植株的发病率为 82%~100%。基因枪法则大大提高了植物材料的适用范围,几乎适用于各种植物材料。Fitch 等用基因枪法将番木瓜环斑病毒 HA5-1 株系的病毒外壳蛋白基因导入番木瓜中,获得 5 个转化品系,其中一个品系高抗番木瓜环斑病毒夏威夷株系^[15-17]。

5 结语

随着对植物病毒的传播途径的深入了解,通过切断病毒的传播途径,可以有效防治病毒的传染。加深对植物抗病机理及病毒的侵染过程研究,加快抗病毒药物的研制是目前最直接有效的防治手段。基因工程技术的迅速发展,各种转基因抗病植物相继建成,并应用到农业生产,这不仅有利于植物抗病和增产,还有利于保护环境。

参考文献

- [1] 南京农学院.普通植物病理学[M].北京:农业出版社,1978.
- [2] 邱并生,王敏.植物病毒学的研究进展[J].中国病毒学,2004,19(3):309-312.
- [3] STEWART M,GRAY,NANDITTA B.Mechanisms of arthropod transmission of plant and animal viruses [J].Micro-Biology and Molecular Biology Reviews,1999,63(1):128-148.
- [4] 郑礼.传播植物病毒的介体简述[J].植物保护,1984(4):15-163.
- [5] 方中达,等.普通植物病理学[M].北京:农业出版社,1979:117-1192.
- [6] HARRY B,SMITH. Signal Transduction in Systemic Acquired Resistance[J]. Plant Cell,2000(12):179-181.
- [7] ELLIS J,DODDS P,PRYOR T. Structure,function and evolution of plant disease resistance genes[J]. Current Opinion in Plant Biology,2000,3(4):278-84.
- [8] MARTIN G B,BROMMONSCHENKEL S H,CHUNWONGSE J,et al.

(下转第 2321 页)

(上接第 2319 页)

- Map-based cloning of a protein kinase gene conferring disease resistance in tomato[J]. Science,1993(262) :1432-1436.
- [9] TANG X Y,XIE M L,KIM Y J,et al. Overexpression of pto activates defense responses and confers broad resistance [J].Plant Cell Cell,1999(11) :15-30.
- [10] 刘润进,李晓林.丛枝菌根及其应用[M].北京:科学出版社,2000.
- [11] 徐忠良,郭玉晶,张书圣,等.植物病毒化学防治研究进展[J].青岛化工学院学报,2000,21(4) :293-297.
- [12] 黄筱玲.植物病毒病化学防治剂的研究现状及应用前景[J].湖北化工,1996(5) :21-23.
- [13] 梁小波,鲁瑞芳,吴云峰,等.植物病毒昆虫介体传播的研究进展[J].生物工程进展,2001,21(4) :11-17.
- [14] POWELL A P,NELSON R S,DE B,et al.Delay of disease development in transgenic plant that express the tobacco mosaec virus coat protein protein gene[J].Science,1986(232) :738-743.
- [15] TUMER N E,CONNELL K M,NELSON R S,et al. Expression of alfalfa mosaic virus coat protein gene confers cross-protection in transgenic tobacco and tomato plants[J].EMBO J,1987,(5) :1181-1188.
- [16] FITCH MMM,MANSHARDT RM,GONSALVES D,et al. Stable transformation of papaya via microprojectile bombardment [J]. Plant Cell Rep,1990(9) :189-194.
- [17] FITCH MMM,MANSHARDT R M,GONSALVES D,et al.Virus resistant papaya plant derived from tissues bombardment with the CP gene of PRV[J]. Bio/Technology,1992(10) :1466-1472.