

# 烟草马铃薯 Y 病毒病国内外研究现状 及今后我国的防治研究对策<sup>\*</sup>

王凤龙 钱玉梅 王劲波 时 焦 王允白 孙剑萍

青州烟草研究所 青州 262500 中国烟草东北农业试验站

## 摘 要

烟草马铃薯 Y 病毒病近年在我国的发生和危害有急剧上升的趋势,已成为黄淮烟区和东北烟区的主要病毒种类。本文对烟草马铃薯 Y 病毒病在我国的发展历史、分布及国内外对其株系、危害、综合防治研究现状进行了评述,对近年在我国发生急剧加重的原因进行了分析,提出了我国今后开展烟草马铃薯 Y 病毒病研究和防治的对策。

**关键词:**烟草马铃薯 Y 病毒病 研究现状 防治 对策

烟草马铃薯 Y 病毒病(PVY)又称“脉带病”、“脉坏死病”等,广泛分布于全世界<sup>[1]</sup>。近年在我国的发生和危害呈急剧上升趋势,1996 年的突然暴发流行给生产造成巨大损失,因此有必要对其研究现状进行总结并制定今后的研究和防治对策。

## 1 分布及其发展

魏崇荣于 1980 年首次报道了 PVY 在我国云南省烟草上的发生为害<sup>[16]</sup>,在此之前陈瑞泰于 1950 年在山东临朐首次发现其为害烟草<sup>[26]</sup>,1968 年台湾省报道了此病,云南农业大学病理组于 1975 年对云南省烟草上的 PVY 进行了鉴定研究<sup>[14]</sup>。1981 年韩晓东等报道了 CMV 和 PVY 所致的烟草叶脉坏死病<sup>[9]</sup>,1983 年韩晓东等又报道了 PVY 在我国的广泛存在,其分布范围达山东、河南、安徽、云南、广东、辽宁等 10 个省(区)<sup>[11]</sup>。继之谢联辉和陈保善等分别于 1985 年和 1986 年详细报道了其在福建和广东烟区的发生为害<sup>[6,8]</sup>。我国在 1989~1991 年间进行的对 16 个省份的调查表明:辽宁、黑龙江、山东、河南、陕西、安徽、广东、福建、湖南、湖北、云南、贵州和四川等 13 个省(区)均有发生,在山东、河南、辽宁和四川烟区为害已较重。到 1996 年度已扩大到 16 个省区,另外台湾省也有发生。

1996 年黑龙江的宁安、兰西、鸡东等地重病地块发病率高达 80~100%,在河南个别地方造成毁产。

## 2 病原及株系

### 2.1 病原

烟草马铃薯 Y 病毒病由马铃薯 Y 病毒(Potato Virus Y 简称 PVY)所引起。

### 2.2 株系

PVY 有许多株系 1936 年 Bawden 等报道了来自英国和澳大利亚的 C 株系;1944 年

• 收稿日期:1997-11-16. 该文曾获 1997 年度中国烟草学会优秀论文二等奖。

Nobrega 等报道了来自南美的坏死株系或脉坏死株系;1963年 Kahn 等报道了普通株系。后来人们接受了这种划分方法,将 PVY 划分为 3 个株系(或株系组<sup>[23]</sup>),即:PVY<sup>N</sup> 株系(Tobacco veinal necrosis strains)烟草脉坏死株系,这一株系在烟草上产生严重的系统脉坏死;PVY<sup>O</sup> 株系(Common strains)普通株系,在烟草上产生系统斑驳;PVY<sup>C</sup> 株系(Stippled streak strains)点刻条纹株系,也包括马铃薯 C 病毒。Gooding 等于 1973 年在研究了获自美国东南部烟草上的 PVY 分离物后将其划分为 3 个株系<sup>[2]</sup>M<sup>S</sup>M<sup>R</sup>,M<sup>S</sup>N<sup>R</sup>,N<sup>S</sup>N<sup>R</sup>。Gooding 于 1985 根据不同来源的分离物在不同品种上的表现划分为 9 个株系,它们分别是:P-US、MM、MN、NN、VAM-B、EUROPE-WG、CHILE、SA、ARG。其中 VAM-B 引起 PVY 抗性品种 VAM 坏死。VAM-B 株系打破了 VAM 的抗性,需引起人们的高度重视。1990 年 Vorster<sup>[22]</sup>在南非烟区采集到 72 个分离物,将它们划分为 4 个株系,即 PVY<sup>O-chl</sup>、PVY<sup>N</sup>、PVY<sup>N<sup>S</sup></sup>(茎坏死株系)、PVY<sup>C</sup>。PVY 在日本主要有 2 个株系,即普通株系(PVY<sup>O</sup>)和坏死株系(PVY<sup>N</sup>),其中坏死株系又被分为 3 个株系,即 PVY-YSS、PVY-A<sub>1</sub> 和 PVY-T,以 PVY-T 为害最重。

吴元华鉴定我国东北烟区烟草上发生的 PVY 有 4 个株系<sup>[20]</sup>,即普通株系(PVY<sup>O</sup>)、脉坏死株系(PVY<sup>N</sup>)、茎坏死株系(PVY<sup>N<sup>S</sup></sup>)和点刻条纹株系(PVY<sup>C</sup>)。青州烟草研究所 1996 年鉴定山东烟区主要有 2 个株系,即 PVY<sup>O</sup> 和 PVY<sup>N</sup>。山东农业大学于 1986 年在山东滕州等地发现的烟草黄色斑驳坏死病是 PVY-T 株系所引起的<sup>[17]</sup>。实际上 PVY 在自然界存在着许许多多的株系,如 1981 年 Sniegowski 等报道了 PVY<sup>E</sup> 株系 Blancard D 等于 1995 年研究了采自法国的 40 多个病毒分离物后将其划分为 6 个株系<sup>[24]</sup>,Le Romancer M. 于 1995 年根据 PVY 不同株系在一系列土豆上的症状表现划分为 Y<sup>O</sup>、Y<sup>N</sup>、Y<sup>C</sup>、Y<sup>NTN</sup> 4 个株系<sup>[25]</sup>,并且随着抗病品种等的应用,新的株系会不断出现。

### 2.3 株系的检测

据报道,中国农业科学院生物技术中心在马铃薯上已成功地研制出 3 株系的单克隆抗体,能非常快速地进行株系检测<sup>[12]</sup>。日本的 Kuwata S. 等在第 21 届 CORESTA 大会上报告,他们研究获得了 PVY-T 的单克隆抗体并用于检测烟草上的 PVY-T 及监测带病毒的马铃薯。

## 3 危害及田间症状表现

PVY 普通株系(PVY<sup>O</sup>)在田间的为害较轻,仅引起花叶及脉带症状,对烟叶的产、质量影响尚不太大<sup>[11]</sup>,但 PVY 普通株系(PVY<sup>O</sup>)一旦与 TMV 或 CMV 复合侵染会引起严重的叶脉坏死症<sup>[11,17]</sup>;PVY 的所有株系与 PVX 复合侵染都会加重后者所引起的叶面坏死症状<sup>[1,2]</sup>,与 TEV(烟草蚀纹病毒)混合发生时往往也不能起到相互保护作用<sup>[2]</sup>。1996 年在山东的调查表明,PVY 和 TEV 的复合侵染导致严重的坏死症状。

在黄淮和东北烟区,田间引起坏死的几种主要类型为:(1)PVY 的坏死株系(包括黄斑坏死株系)引起叶面、叶脉、茎甚至根系的坏死;(2)PVY 所有株系与 TMV、CMV 混合发生时表现比上述更为严重的坏死症状;(3)PVY 与 PVX 和 TEV(烟草蚀纹病毒)混合发生往往加重后两种病毒所引起的叶面及茎的坏死症状。

田间 PVY 所引起的症状非常复杂,其症状与病毒株系、烟草品种、叶龄及气候等环

境条件有很大关系。同一株系在不同品种上所表现的症状不同,在同一品种上即使同一株系所表现的症状往往也不相同,这与同一株系内的不同毒株的致病力不同有关。

#### 4 病害发生与流行及在我国日趋加重的因素分析

PVY 可以通过摩擦机械传播,自然条件下仍以蚜传为主。影响 PVY 的发病因素与 CMV 基本相似。主要受传毒蚜虫、气候因素和烟草生育状况等多方面影响。近年在我国烟草上 PVY 的发生为害急剧上升可能与下列因素有关。

##### 4.1 品种

感病品种是 PVY 大发生的首要因素。经多年多地的调查表明,目前我国所推广种植的品种中尚未发现抗病品种,这些品种包括 NC82, NC89, G28, G80, G140, 红花大金元, 中烟 86<sup>117</sup>, K326, K346, NC27NF 等。

##### 4.2 气候

气候影响到毒源植物的生长和传毒介体的存活。近年我国北方气候趋于变暖,给蚜虫的越冬存活创造了有利条件。从 1996 年对有翅蚜的调查看,因气候的关系有翅蚜迁飞的时间和量都有所变化,向利于传播病毒的方面发展。

##### 4.3 毒源植物

毒源植物种类和数量的增多给 PVY 的大发生创造了条件。

马铃薯 Y 病毒的寄主很多,据报道 PVY 至少能侵染 60 种植物,大多数为茄科,尤以马铃薯、番茄和辣椒为重,但也能侵染一些藜科和豆科的植物。

近年我国北方保护地蔬菜和马铃薯、油菜等 PVY 的寄主植物面积的扩大给蚜虫和病毒提供了充足的越冬和繁殖场所。PVY 在烟草、马铃薯和蔬菜混种的地区发生较重,尤其在马铃薯和烟草间作的地块,危害更为严重,受害烟草产量和质量均下降。

#### 5 综合防治研究概况

在国际上因 PVY 的日趋严重,许多国家如日本、美国、法国等都加强了 PVY 的综合防治研究,说明 PVY 已引起了国际上的广泛关注。研究集中在抗病育种方面。

##### 5.1 常规育种

烟草野生种中存在着对 PVY 的广泛抗性。

1955 年 Munro 报道 PVY 在 *N. sanderae* Hort 上引起严重的危害和坏死。1957 年 Endemann 等报道 *N. sanderae* Hort, *N. affinis* Moore, *N. texana*, *N. trigonophylla* Dun. 对 PVY 表现无症状(对 *N. sanderae* Hort 的相互矛盾的报道可能与研究者所用的病毒株系和 *N. sanderae* Hort 来源不同有关)。1958 年 Bode 报道 *N. glauca* Grah., *N. raimondii* MacBride, *N. tomentiformis* Goodspeed 是不感病的。1972 年 Sievert 在鉴定了 62 个种的抗病性表明,除以上的烟草种外,还有 *N. benavidesii*, *N. knightiana*, *N. miersii*, *N. noctiflora*, *N. otophora*, *N. thyrsoflora*, *N. tomentosa* var. *leguiana*, *N. wigandioides* 等 8 个种对 PVY 是免疫的。1982 年 Burk LG. 等鉴定了 40 多个烟草种对 PVY 3 株系(M<sup>S</sup>M<sup>R</sup>, M<sup>S</sup>N<sup>R</sup>, N<sup>S</sup>N<sup>R</sup>)的反应,对 3 株系均表现免疫的有: *N. benavidesii* Goodsp, *N. glauca* Graham, *N. raimondee* McBride, *N. wigandioides* Koch and

Fint<sup>[19]</sup>。可被1个或几个株系侵染但不表现矮化及叶和脉的坏死的有：*N. knightiana*, *N. tomentosa*, *N. otophora*, *N. petunioides*, *N. debneyi*。在该研究中对种间杂交种4n (*N. sylvestris* × *N. tomentiformis*)和2n (*N. tabacum* cv NC95 × *N. raimondii*)的抗病性也进行了研究,3个株系都能侵染这两个杂交种,但不表现矮化、脉带和组织坏死症状,表明烟草野生种的抗病性是可以利用的。

日本烟草株式会社出版的《烟草属植物图鉴》中列出了抗PVY的烟草属抗PVY的24个种。日本的研究人员曾针对PVY-T的抗病育种进行了专项研究,经过对703个烟草品种(品系)抗PVY-T的筛选,发现了74个烟草品种(品系)抗PVY-T,其中有3个烤烟品种,20个白肋烟品种。主要的抗源有,Virgin A Mutant(高抗),Enshu(中抗),Okinawa(中抗),Perevi(低抗)和Bursana(低抗)等,日本利用这些抗源材料选育出了抗PVY-T株系的烤烟品种F55、F56、F57、F58、F59、F108、F109、F225、F226等。在白肋烟育种中,获得了5个抗PVY-T的育种品系。1982年L G Burk等还鉴定了49个普通烟品种或品系对PVYN<sup>SNR</sup>株系的抗性,表明只有VAM是免疫的。Koelle于1961年利用辐射育种发现了抗PVY的Virgin A Mutant(简称VAM, USDA编号为TI1406),其抗性受一隐性基因“va”控制,该基因的纯合系对PVY的多个株系(特别是NN株系)和TEV及TVMV的大部分株系具有抗耐性(抗PVY的基因往往对马铃薯Y病毒组的其他病毒具有较广泛的抗性)。VAM在以后的抗PVY育种研究中起了非常重要的作用。但在种植具有该抗性基因的品种后,很快就产生了能使其坏死的VAM-B株系。Gooding于1985年发现雪茄烟品种Havana 307具有与VAM相同的抗病性,但不象VAM那样高感霜霉病;Havana 307的抗病基因与VAM不同,但为等位基因。白肋烟品种SOTA 6505E和Burley S-3含有抗PVY和TEV的基因,其抗性基因与VAM的抗性基因为等位基因,这2个品种目前还没有用于抗病育种。Witherspoon等于1991年从MN944选育出了抗PVY和TEV的变种NC602,该品种能抵抗使VAM坏死的PVY VAM-B株系,其抗性基因为半显性基因与VAM的抗性基因为非等位基因,两抗性基因可以整合到一起,同时具有这两个基因的基因型将对PVY的更多的株系具有抗性。如前所述在烟草野生种中也存在着很多的抗病基因,但应用研究较少。目前在育种中应用最多的是“va”基因。国内前些年烟草上PVY的为害不重,常规育种抗病研究较少。山东农业大学曾鉴定了NC82、NC89、G28、G80、G140,红花大金元等12个品种对PVY普通株系的抗病性,结果没有发现抗病品种。据1996年和1997年初步调查,多数外引品种如:K326、K346、NC89、NC82、NC27NF、RG17等均不抗PVY。青州烟草所在1996年和1997年的品种资源繁种圃中调查了200余份材料的抗病性,初步发现铁把子等晾晒烟材料对PVY等的综合抗病性较好,并发现对CMV抗病好的材料对田间病毒病的综合抗性都较好,值得深入研究。抗PVY某一或某些株系的品种(系)对其它株系往往是感病的,目前在普通烟中还没有找到对PVY所有株系都免疫的品种,对PVY某些坏死株系的感病性是与对根结线虫病的抗性连锁的;抗根结线虫病品种对PVY某些株系是高度感病的。抗某些株系的品种不抗其他的株系,并且应用这些抗病品种后新的株系会经常产生。这些问题在今后我们开展这方面的研究时需充分考虑到。

## 5.2 利用生物工程技术选育抗病品种

美国肯塔基大学的 Nielsen 用烟草脉斑驳病毒(TVMV)的外壳蛋白(CP)基因转化的白肋烟品系对 PVY 的多株系和 TVMV、TEV 具有广谱的抗性,该研究表明有可能利用单一的 CP 基因获得对不同马铃薯 Y 病毒组病毒的交互抗性;Kim Y H. 将 PVY 脉坏死株系的复制酶基因(Nlb)的互补 DNA 转入了烟草白肋 21 中,对其后代的检测表明具有很强的抗病性;日本烟草产业株式会社的野口等也开展了这方面的研究。我国吴元华等已利用生物工程技术获得了抗 PVY<sup>N</sup> 的转马铃薯 Y 病毒复制酶基因(Nlb)烟草。

## 5.3 地膜覆盖等综合防治措施

针对 CMV 所开展的避蚜防病等综合防治措施都对 PVY 的防治有效,国内外都有大量且详尽的研究报道。

# 6 我国对 PVY 的研究及防治对策

## 6.1 开展 PVY 及其株系的分布及流行规律研究

国际上许多的研究者对 PVY 进行了大量的研究工作。株系方面不同的研究者在对来自不同国家(地区)的分离物的研究过程中,划分出了许许多多的株系,为今后开展 PVY 的深入研究打好了基础。我国在 PVY 的株系研究方面仅东北和山东作了一些工作,全国范围内的大多数烟区还不明确。在 1996 年由陈瑞泰主持的 PVY CORESTA 国际合作试验研究中发现,一些抗病种质在山东烟区表现坏死,也说明我国的株系情况较复杂。建议在全国开展大范围的协作攻关,摸清 PVY 及其株系分布和在各地的病毒来源、传播途径及其流行与气象因子的关系等,为抗病育种等更进一步的研究和制定切实有效的防治措施提供理论基础。

## 6.2 开展抗病育种研究工作

6.2.1 开展品种资源的抗性筛选研究 在品种资源对 PVY 的抗性鉴定方面,我国仅有极少数研究者进行过部分品种对 PVY 普通株系和田间自然发病情况下的抗性鉴定工作,对我国现有种质资源没有进行过系统的鉴定研究,从而给我国在 PVY 的抗病育种特别是针对株系的目标研究方面造成了很大障碍。因此,开展烟草种质资源对 PVY 及主要株系的抗性鉴定研究是开展抗 PVY 育种工作的基础,也是必须的,并且要尽可能选出其抗性不与其它不良性状相联的抗病种质。

6.2.2 利用现有的抗病种质开展抗病育种工作 目前国际上所鉴定和利用的抗 PVY 基因主要有 4 类,国内应在重复鉴定的基础上利用这些基因尽快开展抗病育种工作,并要充分利用我国现有的烟草育种体系,针对各地的具体情况特别是株系情况开展协作育种研究,争取在较短的时间内获得抗 PVY 不同株系的优质抗病品种或品系。

6.2.3 利用生物工程技术开展抗病育种研究 在常规育种方面,抗 PVY 的基因和一些不良的性状紧密连锁,到目前为止,还没有真正成功地排除这些不良性状,生物工程技术提供了可能的解决途径。吴元华等已通过生物技术获得了抗 PVY 坏死株系的 NC89 植株。在这方面还要特别注意抗 PVY 多个株系的转基因烟草的研究,该方面的研究应严格遵守 1996 年 7 月 10 日中华人民共和国农业部所发布的《农业生物基因工程安全管理实施办法》中的有关规定。

### 6.3 开展 PVY 的预测预报研究

在烟草病毒病的测报研究方面,仅王凤龙等针对蚜传病毒病(CMV、PVY)的测报技术进行了研究<sup>[27]</sup>,提出了测报模型,但其适用范围较小,要对全国范围内的 PVY 发生趋势进行较详尽的预测,还要在全国范围内做大量的工作。建议利用烟草主要病虫害预报及综合防治网络开展这方面的大范围的协作攻关研究,争取在较短的时间内获得有效的测报方法,尽可能做好预防工作。

### 6.4 开展综合防治示范研究

在以上工作完成之前借鉴国际上特别是日本的先进经验,结合国内多年来所进行的田间卫生、地膜覆盖、麦烟套作、抗病毒剂应用等防病措施研究制定尽可能行之有效的综合防治措施,开展试验示范工作,随着研究的深入再逐步加以完善、推广。

## 参考文献

- 1 植物病毒志(第一集).上海:科学技术出版社,1981,98~100
- 2 Locus, Diseases of Tobacco, 1975,457~470
- 3 中国农业科学院烟草研究所主编.中国烟草栽培学.上海:科学技术出版社,1987
- 4 刘延荣等.山东省烟草侵染性病害名录.中国烟草,1995,4:28~33
- 5 王智发等.山东省烟草病毒类鉴定.山东农业大学学报,1986,17(3):75~82
- 6 陈保善等.广东省烟草花叶病原病毒的鉴定.病毒学报,1986,(2):166~174
- 7 韩晓东等.山东烟草病毒病鉴定与防治的初步研究.中国烟草,1980,(3):14~18
- 8 谢联辉等.福建烟草病毒病原鉴定初报.福建农学院学报,1985,14(2):116
- 9 韩晓东等.CMV 和 PVY 复合感染引起的烟草叶脉坏死病.中国烟草,1981,(3):34
- 10 谢成颂.烟草上三种线状病毒引起病害的鉴别.中国烟草,1989(3):21~24
- 11 韩晓东等.我国烟草的一个重要病毒,马铃薯 Y 病毒.生物化学与生物物理学报,1983,(3):279~281
- 12 李汝刚等.马铃薯 X、Y 病毒的单克隆抗体及其在马铃薯病毒检测上的应用.马铃薯杂志,1992,6(4):223~236
- 13 De Bokx J A. Hutting H. Potato virus y. description of plant viruses, common wealth agricultural bureau, association of applied biologists. 1981:242
- 14 云南农业大学病理组.云南烤烟病害.1975:1.(油印本)
- 15 全国烟草侵染性病害调查协作组.全国烟草侵染性病害调查总结报告.1992
- 16 魏崇荣.云南省烟草病毒病研究简报.中国烟草,1980(3):19~21
- 17 谢成颂等.用血清学方法检测山东烟草病毒病流行趋势.中国烟草,1993(4):1~5
- 18 Gooding G V. And Sue A. Tolin. Plant Dis. Repr. 1973, 57:200~204
- 19 Burk L G. et al. Reaction of nicotiana species and cultivars or breeding lines of *N. tabacum* to three strains of potato virus Y. Tobacco Science, 1982, 85~88
- 20 吴元华等.我国烟草上马铃薯 Y 病毒 3 个新株系研究.辽宁省首届青年学术年会论文集.东北工学院出版社,1992,98~102
- 21 Gooding G V. Relationship Between Strains of Potato Virus Y and Breeding for Resistance, Cross Protection, and Interference. Tobacco Science, 1985(29):99~104
- 22 Vorster L L. et al. Differentiation of Strains of Potato Virus Y Affecting Tobacco in South Afri

- ca. *Phytophactica*, 22(1):129~131
- 23 Bokx J A. De et al. Detection of various strains of potato virus Y by ELISA. *Rijksuniv. Fac. Landbouwwet. Meded.*, 1982, 47(3):1023~1028
- 24 Blancard D. et al. Study of the virulence of PVY isolates on tobacco, proposal for a classification integrating the resistance to necrosis. *Ann. du tabac*, 1995, sect. 2~27, p. 43~50
- 25 Le Romancer M. Taxonomic relationships between the distinct populations of potato virus Y based on the biological, serological and genomic properties. Definition of pathotypes on potato. *Ann. du Tabac*, 1995, Sect, 2~27, p. 7~16
- 26 陈瑞泰. 山东烟区调查报告(未发表). 1950
- 27 王凤龙等. 烟草病毒病预测模型的初步研究. *植保技术与推广*, 1997, (6):10~12

## **Present Situation of Research on Potato Virus Y and the Strategy of Research and Control Method**

Wang Fenglong ' Qian Yumei Wang Jinbo Shijiao Wang Yunbai Sun Jianping  
Qingzhou Tobacco Research Institute Qingzhou 262500

### **Abstract**

The harmfulness of potato virus Y(PVY), which had become the main virus, had been getting very severe over past years in the area along the Yellow River and Huai River as well as in the Northeast China. In order to protect the tobacco production, the paper reviews the disease history, distribution and the strains, harmfulness, control and present research situation and discusses the reasons of the disease being severe in the recent years together with the research and control strategy for the disease in China.

**Key words:** Potato Virus Y Research present situation Control Strategy