

甘蔗产业技术体系丛书

ZHONGCHUAN GANZHE BINGHAI YU
GANZHE WENSHUI TUODU ZHONGMIAO

SHENGCHAN JISHU

种传甘蔗病害与
甘蔗温水脱毒种苗
生产技术

主 编 李文凤 黄应昆
副主编 李 俊 卢文洁
罗志明 杨洪昌
王晓燕

云南出版集团公司
云南科技出版社

甘蔗产业技术体系丛书

ZHONGCHUAN GANZHE BINGHAI YU
GANZHE WENSHUI TUODU ZHONGMIAO

SHENGCHAN JISHU

种传甘蔗病害与
甘蔗温水脱毒种苗
生产技术

主 编 李文凤 黄应昆
副主编 李 俊 卢文洁
罗志明 杨洪昌
王晓燕

云南出版集团公司
云南科技出版社
· 昆 明 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

种传甘蔗病害与甘蔗温水脱毒种苗生产技术/李文凤, 黄应昆
主编. —昆明: 云南科技出版社, 2009. 9

(甘蔗产业技术体系丛书)

ISBN 978 - 7 - 5416 - 3409 - 3

I. 种… II. 李 III. ①甘蔗—植物病害—防治②甘蔗—
育苗 IV. S435. 661 S566. 104. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 166804 号

云南出版集团公司

云南科技出版社出版发行

(昆明市环城西路 609 号云南新闻出版大楼 邮政编码:650034)

昆明市五华区教育委员会印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 6 字数: 127 千字

2009 年 9 月第 1 版 2009 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 1000 册 定价: 15.00 元

内容提要

甘蔗是我国主要的糖料作物，在推进现代甘蔗产业过程中，有效防控甘蔗病虫害是“双高”甘蔗栽培技术的一个重要环节。实践证明，如果抓好病虫害防治工作，不仅能显著提高甘蔗的产量和品质，而且可使甘蔗生产取得更大的经济效益和社会效益。本书以图文并茂的形式，对甘蔗生产中普遍发生的9种种传甘蔗病害和甘蔗温水脱毒种苗生产、繁殖、示范推广以及病原病毒检测方法，以清晰的彩色照片和科学、准确的文字说明，为广大的甘蔗生产者和科技人员在生产实践中提供识别、诊断的依据和经济有效的防控新技术，提高防治水平，有效控制病虫害随种苗传播蔓延危害，达到增产增收的目的。本书内容新颖、通俗易懂，具有科学性、准确性、实用性和可读性的特点，可供广大蔗农、蔗区和蔗糖企业农科人员及农业院校师生学习参考。

前 言

甘蔗是我国主要的糖料作物，2007~2008年生产期其产糖量占全国总产糖量的90%以上。随着甘蔗产业链条逐年延伸完善，甘蔗产业已经成为我国南方主产区的主要产业之一，成为地区经济发展的重要支柱和农民增收的主要经济来源。但是，近年来，由于甘蔗病虫害危害严重，尤其种传甘蔗病害（宿根矮化病RSD、花叶病Masica等）发生更普遍，危害更严重，致使甘蔗单产低、种质退化、宿根年限短、产量下降快，已成为制约蔗糖产业持续稳定发展和蔗糖优势产业发挥的重大问题。在推进现代甘蔗产业过程中，有效防控甘蔗病虫害是“双高”甘蔗栽培技术的一个重要环节，实践证明，如果抓好病虫害防治工作，不仅能显著提高甘蔗的产量和品质，而且可使甘蔗生产取得更大的经济效益和社会效益。

甘蔗作为用蔗茎腋芽进行无性繁殖的作物，甘蔗种苗是传播甘蔗病害的主要途径，国内外甘蔗科研和实践表明，防止种苗带菌（毒）传播病害，最经济有效的措施就是生产、繁殖和推广脱毒种苗。为解决甘蔗脱毒问题，研究实用高效的脱毒技术体系，“十五”以来，云南省农科院甘蔗所在国家农业部的支持下，借鉴国外先进的脱毒技术经验，开展以温水处理方式进行甘蔗脱毒的启动试验研究，并按国外先进技术标准建成了国内第一家规范的、规模化的甘蔗脱毒种苗生产车间（3间）。2005~2009年，选择云蔗89-151、粤糖93/159、ROC10号、闽糖69/421、桂糖17号等主栽品种进行了蔗种温水脱毒试验研究，具有显著的效果：新植亩增产甘蔗861~1717kg，最高达3322kg，增幅16.51%~31.17%，最高达

91.31%；宿根亩增产甘蔗 948 ~ 1806kg，最高达 1993kg，增幅 22.21% ~ 33.00%，最高达 48.94%；蔗糖分提高 0.35% ~ 0.86%；延长宿根年限 2 ~ 3 年。

可见，甘蔗温水脱毒种苗是最具潜力和成效的病虫害防控技术，应作为现代甘蔗优质原料生产的重点内容之一，在生产上加快推广，使之制度化，可大幅度提高甘蔗的产量和糖分、延长宿根蔗年限，从而显著提高甘蔗生产的经济效益，增加蔗农收入，以解决我国甘蔗特别是宿根甘蔗长期以来低产、宿根年限短、生产成本高，效益差的问题。

本书以图文并茂的形式系统地对甘蔗生产中普遍发生的 9 种种传病害和甘蔗温水脱毒种苗生产、繁殖、示范推广以及病原病毒检测方法，以清晰的彩色照片和科学、准确的文字说明，为广大的甘蔗生产者和科技人员在生产实践中提供识别、诊断的依据和经济有效的防控新技术，提高防治水平，杜绝危险性病虫害随种苗传播蔓延为害，增强减灾防灾能力，确保甘蔗品种质量和甘蔗生产安全，促进甘蔗种植业和蔗糖产业持续稳定健康发展。

《种传甘蔗病害与甘蔗温水脱毒种苗生产技术》由云南省甘蔗遗传改良重点实验室、云南省农业科学院甘蔗研究所编写；由现代农业产业技术体系建设专项资金资助，参阅和引用了同行的有关资料和图片，在此，表示感谢。由于编著时间有限，如有缺点和错误，望读者批评指正。本书可供甘蔗科研、教学、蔗区和制糖企业农科人员及广大蔗农学习参考。

编者



目 录

一、种传甘蔗病害	(1)
(一)甘蔗宿根矮化病	(1)
(二)甘蔗嵌纹(花叶)病	(4)
(三)甘蔗黑穗病	(11)
(四)甘蔗白条病	(17)
(五)甘蔗黄叶病	(19)
(六)甘蔗斐济病	(23)
(七)甘蔗波条病	(24)
(八)甘蔗流胶病	(26)
(九)甘蔗杆状病毒病	(29)
二、甘蔗温水脱毒种苗生产技术	(32)
(一)培育和推广使用甘蔗脱毒种苗的意义和必要性	(32)
(二)国内外发展现状和趋势	(33)
(三)甘蔗温水脱毒处理设备	(34)
(四)甘蔗温水脱毒种苗生产繁殖	(39)
附录一 种传甘蔗病害及温水脱毒种苗检测方法	(49)
附件1 中华人民共和国农业行业标准——甘蔗脱毒种苗	(67)
中文名、拉丁文名索引	(84)
参考文献	(85)

一、种传甘蔗病害

甘蔗是我国最重要的糖料作物，其产糖量占全国总产糖量的 85% 以上，在农业经济收入中占有重要的位置和作用。在推进现代甘蔗产业过程中，品种是基础，栽培是关键，病虫害是最大威胁。甘蔗重大病虫害的有效防控是当前甘蔗生产中存在的突出问题。首先，甘蔗是一种生长周期长、长期连作、宿根栽培、无性繁殖、连片种植作物，再加上蔗区生态的多样化和复杂化、立体气候及种植制度等原因，病虫害种类多，发生普遍，危害严重，并呈日趋加重之态势，致使甘蔗单产低，宿根年限短，产量下降快，严重地影响蔗糖产业持续稳定健康发展。据报道，目前世界上已发现的甘蔗病害有 120 种以上，甘蔗害虫多达上百种，其中许多重要的甘蔗病虫害都是通过种苗传播的，如真菌病害中的黑穗病、霜霉病等，细菌病害中的宿根矮化病、白条病等，以及几乎所有病毒病、甘蔗粉蚧壳虫、多种蔗螟等都是通过种苗传播的。尤其近几年，引种频繁、蔗区间相互调种，使得一些危险性种传甘蔗病害（宿根矮化病 RSD、花叶病 Masic、黑穗病 Smut 等）随种苗在蔗区间相互传播蔓延，发生更普遍，危害更严重，严重影响甘蔗产量、品质和宿根年限，给我国的甘蔗安全生产带来了严重隐患。为科学防控危险性病虫害随种苗传播蔓延，增强减灾防灾能力，确保甘蔗品种质量和甘蔗生产安全，现将甘蔗生产上几种最具威胁性的种传甘蔗病害及其防控措施分述于下。

（一）甘蔗宿根矮化病

甘蔗宿根矮化病 (*ratoon stunting disease, RSD*) 是普遍存在于所有植蔗地区的一种世界性的重要病害。自 1944 ~ 1945 年在澳大利亚昆士兰首次发现以来，已有美国、南非、毛里求斯、印度、巴西等 47 个国家和地区报

道了该病的发生，遍布世界各蔗区。我国台湾省于1945年最先报道此病的发生，在大陆1986年确诊存在RSD，之后广东、福建、广西、云南曾对蔗区进行普查，结果表明均存在甘蔗RSD，田块发病率高达86.5%，蔗株平均感染率为69.05%，干旱缺水时感病率可达100%。这一病害在干旱地区和种植感病品种的蔗区所造成的损失尤其重要，病害造成损失的程度随宿根年数的增加而增加，一般减产10%~30%，干旱缺水时可达60%以上，还可导致品种退化。由于RSD无明显的外部 and 内部症状，病原菌难以分离、培养和检测，传统诊断方法极其困难，导致病害任意传播、扩展蔓延，对甘蔗生产危害极大。

1. 症 状

甘蔗宿根矮化病无典型的外部症状，一般表现蔗株发育阻滞，宿根发株少，蔗株矮化，蔗茎纤弱，生长不良。不同品种对该病的感染程度不同。有的品种表现严重矮化，有的品种基本不矮化，感病品种的带病蔗种往往发芽很不整齐。宿根蔗一般较新植蔗发病多，矮化严重。病蔗对土壤缺水特别敏感，在炎热的天气比健康蔗容易表现出受旱症状，如出现萎垂、叶尖和叶缘枯死等。本病的内部症状表现在两个方面：

(1) 用利刀纵剖幼嫩蔗茎，在梢头部生长点之下1cm左右的节部组织变成橙红色，这种橙红色的深浅常因甘蔗品种而不同，有些品种甚至虽染病也不表现这种变色。

(2) 成熟蔗茎的节部维管束变色，尤其以蜡粉带附

近变色最明显，颜色从黄色到橙红色及至深红色。纵剖面上变色的维管束呈点状或逗点状，有的延伸成短条状，节部的维管束变色绝不会延伸至节间。变色的深浅常因品种而异，或者有的蔗株虽染病，却不呈现节部维管束变色症状。



2. 病原

本病病原菌 *Clavibacter xyli subsp. xyli* Davis et al. 是一种棒杆菌属细菌，它们寄生于蔗株的维管束中。菌体呈直或微弯的细长棒状，薄壁，有的中部或一端膨大，内有间体。此菌的大小在 $0.12 \sim 0.5 \times 0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ 之间，可在 SC 培养基上作人工培养。菌落直径 $0.1 \sim 0.3 \text{mm}$ ，圆形，边缘整齐，无色。目前，仅能从甘蔗上检测到 RSD 病菌，尚未从其他植物上检测到该病菌的报道。

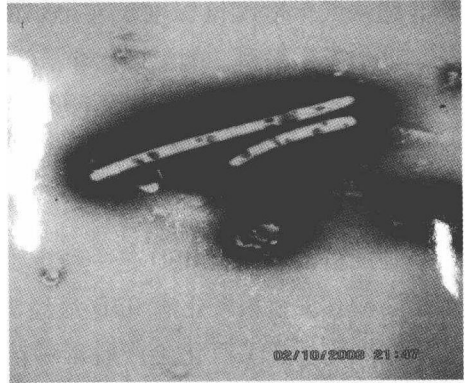


图1 电子显微镜下的 RSD 病原菌形态， $\times 10\,000$

病原细菌在蔗株中分布不均匀，茎基部含菌量较大，往上逐渐减少，叶片、叶脉和叶鞘含菌量更少。由于染病蔗茎不一定都表现节部维管束变色的特异性状，故在诊断上还应采用细菌培养、病原菌分离接种、镜检等方法来确定。如用电子显微镜和 I-ELISA 两种方法结合可提高 RSD 的检出率和准确性，简单、易行、可靠，适用于大田一般性诊断。

3. 侵染途径

本病主要通过带病蔗种和收获工具如蔗刀等传播蔓延。初次侵染源主要是带菌的蔗种。病原细菌可以较长时期地存活在作种苗的蔗茎中或宿根蔗头中，在下一个生长周期开始时带菌的种苗或蔗头便长出带菌的植株。切割过带病蔗株的蔗刀或收获机在收获健康蔗或斩蔗种时，即将病原细菌传播到健康蔗株或蔗种上，且传播性极强。病蔗的蔗汁稀释至 10000 倍仍具有感染力，蔗汁在室内放置 14 天才失去传染作用，蔗刀受污染后放在阴暗处 7 天仍有感染力。嚼食过病蔗的老鼠再嚼食健蔗也可传染此病。土壤不传播此病，甘蔗根系接触或叶片摩擦也不易传播此病，育种过程中父母本所带的病也不会通过种子传给实生苗。

4. 发病条件

高温少雨、尤其在干旱天气里，发病尤为严重。甘蔗染病后可长期潜

伏，当天气干旱或植株生长在干旱的土壤或缺少一种至多种元素的土壤里，此病发生严重，灌溉区比非灌溉区发病轻。宿根蔗比新植蔗重，且宿根年限越长发病越重。不同品种发病程度有差异。杂草多的蔗地，发病更加严重。

5. 控制对策

甘蔗宿根矮化病 RSD 是一种重要的种传细菌性病害，种植温水脱毒种苗是防治甘蔗宿根矮化病 RSD 最经济有效的措施，在生产上应加快推广，使之制度化。在工厂化生产脱毒种苗的基础上，建立脱毒种苗基地一级、二级、三级种苗圃，向蔗区大田生产提供脱毒种苗原种，可大幅度提高甘蔗的产量和糖分、延长宿根蔗年限，从而显著提高甘蔗生产的经济效益，增加蔗农收入，以解决我国甘蔗特别是宿根甘蔗长期以来低产、宿根年限短、生产成本低，效益差的问题。

6. 防治措施

(1) 选用无病种苗作种。从无病地区调运蔗种，或在轻病蔗田选择外表健康的甘蔗作种，是防止甘蔗宿根矮化病传播、发生的最好措施。

(2) 种苗温水处理。种苗播种前，采用流动水预浸泡 24 小时，然后再用 50℃ 热水浸种 2 小时，宜采用成熟但不太老的中间节断作种苗，以 2~3 芽苗为好。

(3) 建立无病苗圃。将经过温水处理的种苗集中种植，建立脱毒种苗基地一级、二级、三级种苗圃，并实施耕作刀具的隔离和消毒，为大面积生产提供无病种苗。刀具的消毒可用 70% 的酒精擦拭，也可用火焰灼烧进行消毒。

(4) 加强栽培管理。田间缺肥干旱，蔗株生长弱，抗病能力低，宿根矮化病发病多，减产严重。因此，甘蔗播种前要深耕蓄水，减少干旱，种蔗时要施足基肥，以后要及时施肥培土，促使蔗苗生长健壮，增强蔗株的抗病力。

(二) 甘蔗嵌纹（花叶）病

甘蔗花叶病是一种重要的世界性甘蔗病害，1892 年 Musschenbroek 在

爪哇首次记述了甘蔗花叶病，当时称之为“黄条病”，1920年 Brandes 在美国路州发现黍蚜（*Rhopalosiphum maidis* Fitch）能传播此病，并确认该病为一种传播性的病毒病，至今全世界各大蔗区普遍发生，并成为几大蔗区的重要病害之一。该病害曾在阿根廷、波多黎各、路易斯安那、古巴等国家或地区严重流行，最终危及制糖工业。

在大陆蔗区，由于蔗区生态的多样化和复杂化、立体气候及种植制度等原因，尤其近几年，频繁大量从境外引种、蔗区间相互调种，使得一些危险性病虫害随种苗在蔗区间相互传播蔓延，加之甘蔗生长周期长、长期连作、宿根栽培、无性繁殖、连片种植、植期多样化，导致甘蔗花叶病（Mosaic Disease）已成为我国蔗区发生最普遍、危害最严重的病害之一。福建、云南、广西、广东、海南、浙江、江西、四川等主产蔗区均有分布，其对甘蔗产量的影响各地不同，损失在5%~40%之间。大田研究表明：当病毒的侵染率达75%时，甘蔗的产量降低5%~20%，而且蔗汁中还原糖增加，降低蔗糖的结晶率。据调查，华南各地尤其是云南、广西旱地甘蔗花叶病的发病株率达到30%以上；感病品种，严重田块发病率高达100%，产量损失3%~40%，病株节间变短，品质变差，严重影响商品价值，每年造成数以亿计的经济损失。

1. 症 状

甘蔗花叶病的症状主要表现在叶片上。但染病蔗株可使整丛发病，病毒遍及全株。主要是叶绿素受到破坏或不正常发展而使叶部产生许多与叶脉平行的纵短条纹（有的品种在夏季高温时症状会消失，即所谓“隐症”现象）。



其长短不一，布满叶片，有的浅黄色、有的浅绿色，与正常部分参差间隔成“花叶”，尤以新叶症状最为明显。虽染病蔗株矮化，分蘖减少，但病状在感病当年通常不明显，多在次年宿根蔗生长才表现出来；宿根病蔗则发芽缓慢、生长不良，甘蔗种苗感病后，萌芽率低；病株生长差、矮化、分蘖减少，汁液量减少。

2. 病原

甘蔗花叶病是由一类病毒侵染引起。20世纪90年代以前，根据鉴别寄主反应、病毒粒体形态大小及内含体形态、血清学相关性等曾把引起甘蔗花叶病害的病原都归属为马铃薯Y病毒属（Potyvirus）的甘蔗花叶病毒（*Sugarcane mosaic virus*, SCMV）或SCMV的许多株系。近年来，结合基因组特性的研究，引起甘蔗花叶病的病原被划分为甘蔗花叶病毒（SCMV）、高粱花叶病毒（*Sorghum mosaic virus*, SrMV）、玉米矮花叶病毒（*Maize dwarf mosaic virus*, MDMV）、约翰逊草花叶病毒（*Johhsongrass mosaic virus*, JGMV）、玉米花叶病毒（*Zea mosaic virus*, ZeMV）等五种不同的病毒，它们构成了马铃薯Y病毒属的甘蔗花叶病毒亚组（SCMV亚组）。目前从非洲、美洲和澳大利亚的研究表明，甘蔗花叶病原主要是SCMV和SrMV 2种病毒，且包括多种株系。此外，类似由SCMV和SrMV引起的花叶病症状在亚洲普遍发生。最近引起甘蔗条纹花叶病的甘蔗条纹花叶病毒（*Sugarcane streak mosaic virus*, SCSMV）被归类为甘蔗花叶病的病原之一。在中国，陈炯等利用分子生物学方法鉴定出浙江的甘蔗花叶病害由SrMV和SCMV引起，李利君等的研究也表明福建甘蔗花叶病病原是SrMV；广东、广西、海南的甘蔗花叶病病原则以SCMV为主。云南最近研

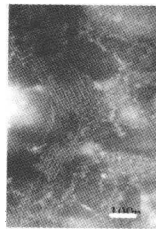
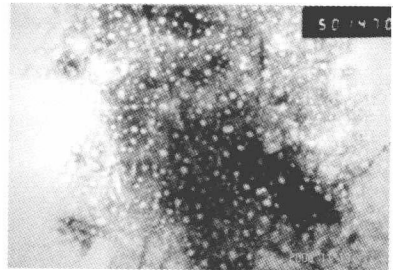


Fig.1 Flexuous Filamentous



Fig.2 Pinwheels (PW) Inclusion



究以 SrMV 为主, 但仍有许多地区的分离物尚未得到明确鉴定, 这些分离物中可能就有已报道的侵染甘蔗的 SCMV、MDMV、JGMV 及 ZeMV, 甚至还可能分离到杆状的 (SCBV) 或球状的分离物。

甘蔗花叶病是系统性传染病害, 病毒传入健康甘蔗后就运转到植株的各个部位和同一蔗丛的其他茎上, 长出的叶片便可表现症状。此病的潜伏期一般为 2~4 周, 快的 1 周左右。甘蔗花叶病病毒的寄主范围较广, 能侵染甘蔗属 5 个种中的一些类型和若干栽培或野生的禾本科植物, 如玉米、高粱、紫狼草、马唐和蟋蟀草等。

3. 侵染途径

本病主要靠带病蔗种和蚜虫来传播, 初次侵染源主要是带病的蔗种。蚜虫是甘蔗花叶病自然传播的媒介, 蚜虫取食带病蔗株后转移到无病蔗株就会传播, 能传病的蚜虫有好几种, 最重要的是黍蚜, 其次是锈李蚜、桃蚜等; 种茎带毒是甘蔗花叶病的主要传播和扩散途径, 生产上, 长期采用蔗茎作为无性繁殖材料, 没有严格选用无病蔗种, 种苗带毒十分突出, 促进了病毒的积累和传播、扩散; 收砍、耕作刀具未经消毒处理, 交叉重复使用, 有利于病毒交叉重复侵染。病毒传入健康蔗后, 即在各部位表现症状, 其潜育期为 2~4 周, 快则 1 周左右。

4. 发病条件

病害发生的轻重同品种抗性、天气条件、中间寄主及带病蔗种等因素有密切关系。品种的抗病性是影响发病的重要因素, 在甘蔗属的 5 个种中, 热带种高度感病, 印度种和大茎野生种感病, 中国种和割手密高度抗病或免疫, 用含有抗病性强的血缘栽培种作种其植株都表现出免疫或高度抗病。主栽品种粤糖 79-177、川糖 61-408、云蔗 89-151、拔地拉等品种在云南各种植区普遍发病, 部分田块发病率高达 100%; 其他主栽品种发病情况因蔗区不同产生差异, 桂糖 11 号、ROC16 在红河发病严重, 在其他蔗区不发病或轻微发病; SP61-7180 在玉溪发病严重, 而在其他蔗区不发病或轻微发病。高温少雨天气, 有利于虫媒的繁殖和活动, 促进病害的传播、蔓延; 高度炎热的气候则不利于病害传播、发病轻。幼嫩的植株比老熟的植株易感病。一般杂草多或间种高粱和玉米的蔗田, 花叶病常严重

发生。带病种蔗的调运有助于本病远距离传播。

5. 病毒检测

甘蔗花叶病的病毒检测方法包括：蔗株直观测定法、生物学测定法、血清学检测法、电子显微镜检测法、核酸分子杂交及聚合酶链式反应（PCR）等检测方法。

蔗株直观测定法是直接检查蔗株叶片有无可见的花叶症状，这是一种最简单的方法。但由于蔗株出现症状需要较长时间，不能很快取得检定结果，而且由于环境影响等，使得花叶症状有时并不表现出来，无法用此检测。生物学测定法是把待检的病株汁液用人工磨擦接种方法接种于指示植物叶子上，如甘蔗品种 Cp31 - 294、Cp31 - 588 和 Co281、高粱品种 Rio、Atlas 等，几天到几周后，在接种的指示植物上会表现出退绿、花叶等症状，以此断定甘蔗花叶病毒的存在。血清学检测是用已知的纯病毒免疫动物（鼠、家兔等），抽出血液制取抗血清，再与感病植株的病毒提取液进行免疫反应。1998 年，陈启建等以 SCMV - A 为材料，采用 PEG 沉淀结合差速离心技术制备的抗血清经 A 蛋白酶免疫吸附法（SPA - ELISA）测定，其效价为 1/1024，且可用于检测甘蔗花叶病毒。李文凤、陈炯、秦碧霞等也应用血清学和 ELISA 鉴定 SCMV 病原。电子显微镜检测法将感病材料制成超薄切片，在电子显微镜下直接观察细胞中病毒颗粒形态和细胞病变。随着病毒提纯条件的改善，超薄切片技术的发展，电子显微诊断已成为鉴定植物病毒不可缺少的重要手段。血清学与电镜结合的免疫电镜技术（SEM），集中了两种方法的灵敏性和直观性，已广泛应用于植物病毒检测。

随着现代分子生物学的发展，Shukla D D, Adams M J, et al 对甘蔗花叶病毒亚群中的甘蔗花叶病毒（SCMV）和高粱花叶病毒（SrMV）进行研究，表明这两种病毒粒子长度均为 750 nm 左右，基因组由一条正链 RNA 组成，大小约为 9 ~ 10 kb，3' 端具 Poly（A）尾，其外壳蛋白分子量相近，均为 36KDa，在感病组织中形成风轮状内含体，且彼此血清学相关。澳大利亚首先利用甘蔗花叶病毒外壳蛋白基因 PolyA 加尾序列保守性区段设计合成了特异引物 S410 - 551 和 S400 - 910，并以此为基础开发出反向

转录 PCR 技术用于花叶病毒检测。李利君等 (2001) 首次报道我国大陆 SCMV 优势株系的末端基本序列, 为我国 SCMV 的分类鉴定在分子生物学水平上提供了一个重要的依据。同时她还利用斑点杂交法和 RT-PCR 技术检测甘蔗花叶病毒, 可检测稀释度为 1/103 病叶的病毒。但是, 单纯靠病毒的基因序列判断病毒的归属显然缺乏足够的说服力, 再加上该病毒严重的株系分化现象的存在, 使我国大陆 SCMV 株系的鉴定更加复杂化, 因此, 在分子生物学方面, 还需要在已有基础上进一步开展研究。

6. 防治措施

(1) 培育和利用抗病品种。甘蔗花叶病是一种系统性种传病害, 历史上该病在一些蔗区曾流行和引起重大的经济损失, 至今仍在造成不同程度的经济损失。甘蔗花叶病发生的轻重与甘蔗品种的抗病性和感病性有密切的关系, 抗病性较强的品种发病率低于 10%, 感病的品种发病率可高达 50% 以上, 严重的甚至高达 80% ~ 90%。国内外的研究表明, 防治甘蔗花叶病最为经济有效的措施就是选育抗病品种。因此, 世界几个主产蔗国和地区如美国、古巴、印度、巴西、澳大利亚、法国以及我国台湾省等都把甘蔗无性系对花叶病的抗性作为品种选择的一个主要目标, 目前我国也已将抗甘蔗花叶病作为甘蔗育种目标之一。可见, 加强抗病育种, 不断培育和筛选出能抗蔗区重要病害的新品种, 供蔗农种植, 这样才能从根本上控制蔗区病害的发生流行。

(2) 加强引种检疫, 严防病毒随种苗远距离传播。甘蔗花叶病主要以带病蔗种作远距离传播。随着蔗糖生产的发展, 各地迫切希望引进适宜的品种繁殖推广, 蔗区间相互引种频繁, 如不注意引种检疫, 势必造成病毒随种苗远距离传播, 加速扩散蔓延。因此, 蔗区间相互引种、调种, 必须加强引种检疫。首先, 掌握蔗区病害, 应尽量避免从发病区引种, 从发病区引种应选择不发病田块; 其次, 引进的蔗种应集中繁殖, 并加强对病害的监测, 一旦发现病害及时销毁, 控制其传播; 第三, 认真清除砍种留下的残留物并集中烧毁, 同时对砍好的蔗种进行浸种消毒处理, 以免病害扩散蔓延。

(3) 脱毒健康种苗的生产及利用。甘蔗作为用蔗茎腋芽进行无性繁殖

的作物，许多重要的甘蔗病害都是通过种苗传播的。由于多年反复种植，极易受到种苗传播病原的反复浸染（如花叶病、宿根矮化病和黑穗病等），造成产量和品质下降，从而导致宿根年限的缩短以及种性的退化。防止由种苗带病传播的病害，最有效的措施是繁殖、生产和推广无病健康种苗。国外许多蔗糖生产国和地区都把建立甘蔗专用种苗圃，种植健康、无病、无混杂种苗，作为提高甘蔗产量和糖份的一项重要举措。例如美国路州从20世纪60年代起便研究使用甘蔗专用种苗圃。首先使用热蒸汽消毒种苗，防治花叶病、宿根矮化病、黑穗病等危害，随后又转用效果更好的热水浸种消毒，近年又推广使用热水浸种消毒结合组织培养脱毒技术来获得和培育无病原种，再用原种材料繁殖建立起供应生产专用的苗圃。通过长期不懈地使用健康无病甘蔗种苗，路州甘蔗生产摆脱了花叶病、宿根矮化病、黑穗病和白条病对甘蔗产量和糖份造成严重损失的困扰，为整个地区甘蔗高产稳产创造了良好条件。巴西、古巴、澳大利亚、南非和菲律宾等国家十分重视脱毒健康种苗的研究、生产和推广，每个糖厂均建有自己的健康种苗生产基地，80%以上的蔗区使用健康种苗。据古巴研究报道，利用甘蔗茎尖培养技术结合热处理，可有效的防治甘蔗花叶病和宿根矮化病，使用健康种苗可增产20%~40%，蔗糖份提高0.5%；台湾，20世纪90年代初开始健康种苗的研究和利用，结果增产30%。

(4) 其他防控措施。选用无病种苗，从无病区或无病蔗田中留种，对有病的蔗种可用温汤处理，其方法是每隔1天处理1次，每次20分钟，共处理3次，每次的温度为：第1次52℃，第2次和第3次均为57.3℃，此法可消除病毒又不伤害蔗芽；及时拔除病株、减少病毒源；及时防虫除草，消除转换寄主和传播本病的昆虫；及时施肥培土、合理施肥，增施有机肥、适当多施磷、钾肥，避免重施氮肥，促使蔗苗生长健壮，早生快发、增强蔗株抗病和耐病能力；重病田不留宿根、不连作，避免蔗田中套种或在蔗田附近种植玉米、高粱一类的作物，加强与水稻、大豆、甘薯、花生等非感病作物轮作，减少病毒源，改良土壤结构，提高土壤肥力，有利于甘蔗正常生长，从而增强其抗病能力。

7. 今后的研究方向和发展目标

(1) 对不同生态蔗区甘蔗花叶病病原进行系统分离鉴定，明确病原种