综述

天然抗植物病毒物质的研究进展*

杜春梅 吴元华 赵秀香 朱春玉 姜 革 闫学明

摘 要

目前国内外的专家学者已从植物、动物和微生物中筛选出大量的抗植物病毒活性物质。其中从植物中筛选并提取的抗病毒物质所占比例较大，有的已经形成产品，在农业生产中发挥重要作用；微生物源抗病毒物质的研究也取得了一定的进展，尤其是抗病毒型农用抗生素的研制已成为研究热点，而且已取得了突破性进展。关于天然物质抗抑植物病毒的机理还不完全清楚，但从现有的研究结果来看，抗抑植物病毒的机理是多方面的，主要包括抑制病毒的侵染、对植物病毒增殖过程中的干扰和抑制作用、诱导植物的抗病性反应等。

关键词：天然物质 植物病毒 防效 作用机理

中图分类号：S43 文献标识码：A 文章编号：1004-5708(2004)01-0034-07

植物病毒病害种类多、分布广，给农业生产造成了惨重损失。但植物病毒病害的防治始终是一个难题，近年来许多抗病毒化学药剂已开始进入实用化阶段。随着环境与安全问题的日益严重，化学农药的使用受到越来越多的限制，因而植保工作者把研究重点逐渐放在资源丰富的天然抗病毒物质上。通过对大量来自植物源、微生物源、动物源的天然物质的筛选，目前已开发出一些卓有成效的抗植物病毒物质，如宁南霉素，0.5%菇类蛋白多糖和嘧肽霉素，都已在我国获得了临时登记，这表明天然抗植物病毒物质在历经百余年的研究历史后终于脱颖而出，开始在农业生产中发挥重要作用，且在不断取得新的进展和成就[1,2]。现综述如下：

1 植物源抗病毒物质

早在19世纪初人们就已认识到植物的抽提物对病毒有抑制作用，到1988年已发现有180多种被子植物具有强烈抑制植物病毒侵染的作用[3]，以后又陆续有新的发现，它们大多分布在商陆科、藜科、苋科、紫茉莉科等的植物中[4]。

1.1 商陆科植物

1914年Allard首次报道商陆(*Phytolacca acinosa*)的汁液中存在病毒抑制物，1925年Duggar等从商陆上发现一种抗病毒物质，由此引起一系列研究。Kassanis等(1948)报道美洲商陆(*P. americana*)中含有的钝化物质是一种分子量为13KD的糖蛋白；Wyatt(1969)、Tomlinon(1974)从美洲商陆的叶、茎、种子中分别分离到植物病毒抑制蛋白PAP(phytolacca antiviral protein)、PAP II和PAP-S。1977年Grasso初步研究了PAP的作用机制，结果表明PAP在病毒侵染的初期能部分地干扰病毒粒子的增殖，在活体外这种蛋白和病毒产生了离子键而结合起来，从而使病毒不能起侵染作用。Irvin(1980)发现PAP对核糖体与伸长因子的反应有影响，可能具有蛋白酶或核酸酶的功能；PAP还能抑制脊髓病毒和流感病毒的复制，但对植物病毒是否具有这种功能还不清楚。日本报道用特殊方法制成野生美洲商陆叶片粗粉末，极低浓度就能明显抑制烟草花叶病毒(Tobacco mosaic virus，TMV)在菜豆叶片上局部病斑的形成，今后将以其实用性为重点进行试验[5]。

1.2 藜科植物

Kuntz等(1947)发现菠菜(*Spinacia oleracea*)的

* 杜春梅，女，32岁，沈阳农业大学博士研究生，研究方向是抗植物病毒生物农药开发，沈阳农业大学植物保护学院，沈阳，110161
吴元华，赵秀香，朱春玉，通讯地址同第一作者
姜革，闫学明，辽宁省烟草公司，沈阳，110014
本项目由国家烟草专卖局资助(合同号 110200201009)
收稿日期：2003-06-11

抽提物在稀释到10^{-3}时仍具有抑制TMV的能力，而在稀释到10^{-4}时仍可有效的抑制甘兰花叶病毒(Cabbage mosaic virus)。研究证实菠菜汁液中含有两种物质：一种是很稳定的可以耐煮沸及耐乙醇，分子量小可以通过透析的物质；另一种是蛋白质类物质，不耐热、易受95%乙醇的破坏、过酸或过碱条件下能失活、分子量大不能通过透析。吴元华等(1989)的研究结果表明，菠菜原液中的有效成份是蛋白质类物质，对TMV的钝化率达98.5%。谷口武等(1974)从灰藜(*Chenopodium album*)中分离出一种能钝化TMV的非多糖类物质。Alberghina(1976)从苋色藜(*C. amaranticolor*)中分离到一种抑制烟草坏死病毒(Tobacco necrosis virus，TNV)侵染的物质，该物质耐干燥、不能透析、也不受胰酶、胰胨酶或链霉蛋白酶的降解，在60℃下能稳定。林存銮、裘维蕃等(1987)证明小藜(*C. serotinum*)对TMV和番茄花叶病毒(Tomato mosaic virus，ToMV)有抑制复制和体外钝化的作用。Duarte[6]证明红叶藜(*C. rubrum*)对马铃薯X病毒(Potato X virus，PVX)的抑制率可达40%以上，恢复试验表明无症植株不带毒，红叶藜还能抑制TMV-Leg株系的系统感染。另外，昆诺藜(*C. quinoa*)、灰藜、甜菜(*Beta vulgaris*)的抽提液对TMV也有一定的抑制作用。

1.3　苋科植物

Choi J K[7]研究表明苋科植物的粗提物能降低TMV侵染心叶烟造成的枯斑数。Verma H N等[8]研究表明白花苋(*Aerva sanuguinloenta*)的叶片中含有强抗病毒活性的物质，对病毒的抑制率可达97%～100%。挑战接种表明该物质对病毒的防治具有系统性和长期性。1小时内，可从下部处理的叶片转移到上部未处理的叶片，4小时该提取物的这种诱导或转移作用可使上部未处理叶片对病毒的防治效果达90%以上，可见该物质具有很好的开发潜力，值得进一步研究探讨。苋科的莲子草(*Alternanthera pungens*)的根叶抽提液对豌豆花叶病毒(Pea mosaic virus，PeMV)有一定的抑制作用。

1.4　紫茉莉科植物

日本久保进(1985)发现紫茉莉(*Mirabilis jalapa*)的磨碎液有分子量约为24.2KD的抗植物病毒活性物质MAP(Mirabilis antivirus protein)。Susumu等证明紫茉莉抗病毒蛋白(MAP)对TMV、马铃薯Y病毒(Potato Y virus，PVY)、黄瓜花叶病毒(Cucumber mosaic virus，CMV)均有明显的抑制作用。当用浓度为0.8μg/mL的MAP于接种前24小时施用，可使植株产生系统抗性，抑制病毒的系统侵染。Kubo等[9]则认为MAP改变了叶部细胞的代谢，抑制了病毒在寄主体内的增殖；郭兴起认为MAP使病毒产生的聚集作用是可逆的。Duarte[6]报道紫茉莉叶浆能抑制PVX和PVY的交互感染。另外，本科其它植物的抽提液对病毒病也有明显的防治作用，如从黄细心(*Boerhavia diffusa*)中分离到的糖蛋白可抑制TMV和CMV对植物的系统侵染，光叶子花(*Bougainvillea glabra*)的抽提液对PVX的抑制率达40%以上[4]。

1.5　其它科植物

蓼科的酸模(*Rumex crispus*)、戟叶酸模(*R. hastatus*)、虎杖(*Polygonum cuspidatum*)、大黄(*Rheum officinale*)的抽提液对植物病毒有抑制作用。郭兴启等[10]发现大黄酸、大黄素对ToMV有显著疗效，使系统寄主上病毒浓度降低，并引起激素和过氧化物酶的变化。Eppler A等和Gupta V P等[11～13]报道，乌头(*Aconitum heterophyllum*)、印楝(*Azadirachta india*)、印度萝芙木(*Rauvolfia serpentina*)等的抽提物能显著降低茄子坏死花叶病毒引起的枯斑数和系统侵染。对病毒有抑制作用的植物还有：石竹科的麝香石竹(*Dianthus caryophyllus*)、须苞石竹(*D. barbatus*)、羽裂石竹(*D. plumarius*)；菊科的红花(*Carthamus tinctorius*)、向日葵(*Helianthus annuus*)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、茵陈蒿(*Artemisia capillaris*)、翠菊(*Callistephus chinensis*)；豆科的象耳豆(*Enterolobium cyclocarpum*)、扁豆(*Dolichos lablab*)、甘草(*Glyoyrrhiza glabra*)；百合科的弯叶丝兰(*Yucca recurvifolia*)、玉簪(*Hosta plantaginea*)、芦荟(*Aloe vera*)；棕榈科的棕榈树(*Trachycarpus fortunei*)、槟榔(*Areca catechu*)；马齿苋科的红花马齿苋(*Portulaca splendens*)、马齿苋(*P. oleracea*)；以及雪轮(*Silene schafta*)、雪松(*Cedrus deodara*)、阳拉伯相思树(*Acacia arabica*)、茉莉花(*Jasminum sambacum*)、紫杉(*Taxus ouspidata*)、臭牡丹(*Clerodendron fragrans*)、庭荠(*Alyssum sp.*)、草莓(*Fragaria ananassa*)等[3,4,14～18]。

1.6　中草药

目前已从500余种中草药中筛选出近30种对病毒病有明显的治疗和保护作用的中草药，如板兰根、柴胡（*Bupleurum scorzonerifolium*）、黄芩（*Scutellaria baicalensis*）、地锦（*Euphorbia humifusa*）、萝摩（*Metaplexis japonica*）、穿心莲（*Andrographis paniculata*）、紫草（*Lithospermum erythrorhizon*）、连翘（*Forsythia suspensa*）等。朱水芳（1986）、王启燕（1988）、熊克娟等证明板兰根等中药的水浸液对TMV的防效可达80%以上；吴云峰（1998）从中草药中抽提出的多羟基双萘酚、类槲皮素、类黄酮；赵培洁（1986）研制的抗病毒制剂AZ-1、AZ-2和AZ-3；樊木贞（1992）等研制的"912钝化剂"，刘学端等[19]研制的MHll—4可湿性粉剂，都是用中草药经过加工配制而成的，对病毒有强烈的体外钝化和抑制增殖的作用。另外，从中药中提取的天花粉蛋白（Trichosanthin）对病毒有防效[1]。

2 微生物源抗病毒物质

自从1926年Mulvania发现被细菌污染的植物病毒的压出液很快丧失其侵染力之后，一些科研工作者开始研究微生物及其代谢产物对植物病毒的抑制作用。1937年Johnson等的试验结果表明，许多细菌和真菌的代谢物质对TMV都有一定的钝化作用。

2.1 细菌及其代谢产物

史清亮等[20]报道施用光合细菌（*Photosyntheic*，PSB）菌剂能诱导番茄产生耐病毒的作用，对番茄上的CMV具有较好的疗效。Uteh和Johnson报道软腐细菌（*Erwinia carotovora*）、红酵母（*Rhodotorula sp.*）、玉米枯萎杆菌（*Bacterium stewartii*）、枯草芽孢杆菌（*Bacillus subtilis*）、产气杆菌（*Aerobacter aerogens*）等的代谢物质具有抑制或钝化TMV的能力，这种钝化物可用无水乙醇或丙酮抽提出来。根瘤菌、酵母菌都能产生对TMV有一定的钝化作用的多糖。

2.2 真菌及其代谢产物

有许多真菌的代谢物质对植物病毒病害有防治作用。粉霉（*Trichothecium roseum*）产生的多糖类物质—粉霉素（Trichothecin）和红霉（*Neurospora sitophila*）产生的代谢物质对TMV、TNV、南方菜豆花叶病毒（Southern bean mosaic virus，SBMV）有防效。Fahmy（1984）报道丝核菌（*Rhizoctonia solani*）、佳威司克氏青霉（*Penicillum godlewskii*）、木霉（Trichoderma harzianum）和白色曲霉（*Aspergillus candidus*）的培养滤液能抑制TMV侵染三生烟。丰田秀吉（1985）从番茄凋萎病菌（*Fusarium oxysporum*）的培养液中得到粗抗病毒组份（CAVF），该组分是分子量在70～400KD的高分子物质。赤霉菌（*Gibberella subinetti*）、穗孢青霉（*P. spiculosporum*）、黑足根霉（*Rhizopus nigruicans*）、菜豆炭疽菌（*Colletotrichum circinans*）、褐腐核菌（*Sclerotinia fructicola*）等的代谢物质都有抑制或钝化TMV的能力。Yanagi发现栗疫菌（*Endothia parasitica*）生成的色素—栗疫病菌素（skyrin）有选择地阻止稻普通矮缩病毒（Rice dwarf virus，RDV）的RNA转录，即栗疫病菌素与构成RDV粒子的外壳蛋白多肽结合，阻止了RNA转录。但是，该物质对植物组织没有渗透性，没有实际应用价值。桔霉素（citromycin）是很容易渗透到植物组织内部抑制病毒引发的局部病斑形成的抗生素，它作为胆甾醇合成系统的限制因素而起重要作用，并与3-羟基-3-甲基戊二酰基辅酶HMG-CoA、类固醇和萜类的生物合成有关，类固醇的组成规定着细胞膜及微粒体膜的结构稳定性及膜透过机能，因此类固醇和萜类的合成受阻，与细胞膜的生理机能破坏及在寄主叶片内局部病斑的形成受阻有很大的关系[1]。吴林等（1998）从20多种药用真菌中筛选并研制出能有效控制TMV的新型无公害药剂Am。辛玉成等[21]发现抑病毒菌素对CMV有较好的钝化和降低病害初侵染作用。

柯克兰（1967）证明蘑菇的核酸类似物对病毒有抑制作用。日本报道香菇菌（*Lentunus edodes*）、丛离褶散菇（*Lyophyllum aggregatum*）、木耳（*Auricularia auricula*）、银耳（*Tremella fuciformis* Berkeley）、光帽鳞散菌（*Pholilta nameko*）、洋蘑菇（*Agaricus campestris*）、金钱菌的培养基水抽液对TMV均有一定的钝化作用。Hiramatsu等[16]报道香菇菌的子实体抽提物能够抑制TMV。日本前田浩明报道[22]的Rentemin是香菇菌的培养基抽提液，有抑制TMV的活性，主要成份是三种含氮多糖体，均由葡萄糖、半乳糖、甘露糖、吡喃糖和15种氨基酸组合而成。王启燕等也证实该物质对病毒有钝化和抑制增殖的作用，但它是不易在体内运输的大分子物质，不能做为内吸性药剂使用。陈顺等[23]证实香菇菌多糖对马铃薯退化病有一定的疗效。我国登记的抗毒剂一号也是香菇菌的代谢产物，其活性物质是两种蛋白多糖，对TMV抑制率

为 79.7%～89.4%。

2.3　放线菌及其代谢产物

1963 年王祈楷发现一种放线菌代谢物质对 TMV 有钝化作用，该物质是一种非蛋白的高分子物质，主要对寄主细胞侵染点起作用。诺卡氏菌（*Nocardia formica*）产生的诺卡霉素（noformycin）可减少 TMV 的繁殖，也可抑制 SBMV 和 TMV 局部病斑的增加以及病毒的系统性扩展。全霉素（holomycin）是熏衣草链霉菌（*Streptomyces lavendulae*）的代谢产物，又名桂冠霉素或樟菌素，化学结构简单，是含核糖的氮苯化合物，对烟草和大角豆的花叶病毒病有防治作用。灭瘟素（blasticidin S）对 TMV 有抑制效果，对烟草无毒害。日本报道阿波霉素对病毒有较高抗性，用叶片浸渍法证明：每毫升含 1 个单位的阿波霉素溶液就可使烟叶内 80%的病毒不能增殖；它的实际喷洒浓度在 100 单位/毫升左右，对植物无药害，能防治 TMV、CMV、ToMV、苜蓿花叶病毒（Alfalfa mosaic virus）等的感染、增殖及发病。放线菌酮（cycloheximide）作为细胞蛋白质合成的抑制剂，它可能抑制特有病毒蛋白质的合成，但是它有严重的药害，实际应用价值不高[24]。Yeo，Woonyung[25]报道放线菌 B25 产生的抗生素 ASA 能抑制 TMV 的侵染。1995 年向固西等从诺尔斯链霉菌西昌变种（*S. noursei var.* xichangensis）的发酵液中提取的胞嘧啶核苷肽型抗生素一宁南霉素（ningnanmycin），能抑制 TMV 的复制，对 TMV 的防效在 66.0%以上，已形成 2%宁南霉素水剂，1997 年获得了临时登记[2]。2001 年我国又登记了用于植物病毒病害防治的新型农用抗生素一嘧肽霉素。

Mansour 等研究表明，谷日娄链霉菌（*S. guogerofii*）、橄榄产色链霉菌（*S. loivochromogenes*）、龟裂链霉菌（*S. ramous*）、娄彻氏链霉菌（*S. rochei*）的代谢物对 ToMV 均有一定的治疗效果。另外间型霉素 B（tormycin B）、比奥罗霉素（bihoromycin）、月桂霉素（laurusin）、庆大霉素（gentamicin）、多氧霉素（povamycin）、卡那霉素（kanamycin）、丝裂霉素（mitomycin）、奈良霉素（naramycin）、杀结核菌素（tubercidin）、道诺霉素（daunomycin）、光神霉素（mithramycin）等对植物病毒病也有一定的治疗效果[24,26,27]。

3　动物源抗病毒物质

属于蛋白一类的物质对植物病毒都或多或少起着钝化作用，例如牛奶、鸡蛋白、鱼及蚯蚓的血等都有降低或阻止病毒侵入的效果。把昆虫磨碎后，用碎糊和病毒相混，表现出极强的钝化作用，例如桃蚜的碎糊可以完全钝化天仙子花叶病毒 3 号；蚜虫、叶蝉、斑蝥或尺蠖的抽提液可以钝化 TNV。另外，Vicente N 等（1988）报道，人类 α-2 干扰素和 β-羊水干扰素对 TMV、PVX 和蕃茄斑萎病毒（Tomato spottec wilt virus，TSWV）有明显地抑制作用，能减轻症状。

4　天然抗病毒物质的作用机理

天然物质对病毒产生抑制作用的机理还不完全清楚，但从现有的研究结果来看，其对植物病毒增殖过程中的干扰和抑制作用是多方面的。

4.1　抑制病毒的侵染

（1）目前已研究的天然抑制剂来看，大多数只能在接种前使用，即仅有保护作用，而且这些抑制剂对靠机械传播的病毒有效。高等植物中含有的抑制病毒的有效成分大多属于碱性蛋白或蛋白类似物，诸如多肽、酶等。不同植物的病毒抑制剂所含蛋白质的分子量不同，表明不同植物含有的病毒抑制蛋白成分不同，而且这些蛋白的抑制作用没有专化性。这些蛋白或多肽对其所来源的植物或近缘植物上的病毒没有抑制作用，这说明这些物质所表现出的抑制作用依赖于不同的寄主，而非病毒本身。

（2）Yoshii & Sako（1967）证明植物病毒抑制物能够改变寄主对病毒的接受位点，使寄主细胞对病毒的敏感性降低而不能吸附病毒粒子，导致不能成功侵染；而 Verma（1979）、Barakat（1996）则认为抑制物（蛋白质、糖蛋白等）占据了植物病毒的接受位点，而使病毒侵染受阻。

（3）形成保护膜：脱脂牛奶、抗病毒剂“Monsanon”以及一些高分子膜化剂，在植物的叶片表面形成一层很薄的膜，保护植物免受机械损伤。但是这类物质只有预防作用而无治疗作用，对于已被病毒侵染的植物无效。

4.2　抑制病毒的增殖

（1）干扰病毒外壳的形成：作为病毒装配过程的第一步，病毒的外壳蛋白必须先形成一定程度的多聚体，而后再与病毒核酸进一步装配，使之形成完整的病毒粒体。江山等[27]研究发现，有些抗病毒剂与病毒外壳蛋白相互作用阻碍病毒的装配，干扰病毒外壳蛋白的

体外聚合过程。电镜下观察到 Retenmin 使外壳蛋白变性而使病毒粒子凝聚。

(2) 抑制病毒蛋白质和核酸的合成:天然抑制剂可能具有蛋白酶或核酸酶的活性,或者通过改变核酸酶的活性对病毒合成过程产生影响,使病毒不能复制。关于蛋白质合成受阻的原因,Grasso 等认为抑制剂使病毒的 RNA 失去了 mRNA 的功能,从而不能合成病毒复制所需的早期蛋白。从商陆中分离到的 PAP 进入植物体后,阻遏病毒外壳蛋白的合成及病毒粒子的合成过程,从而表现强烈的抑制无细胞系统生物的蛋白质合成作用。候玉霞等[28]对从紫草中提取的抗病毒活性物质 PZ_1 的作用机理进行研究,结果表明 PZ_1 可抑制 TMV 增殖,其作用方式主要是抑制 TMV-RNA 合成以及 TMV-RNA 与核糖体的结合,从而抑制了病毒蛋白质的合成。在实际侵染过程中,病毒 RNA 和寄主 RNA 竞争与核糖体结合,病毒 RNA 的竞争能力远远超过寄主 RNA 的竞争能力,而 PZ_1 可以选择性地抑制病毒 RNA 与寄主核糖体结合,同时加强寄主 mRNA 的竞争能力,抑制病毒核酸及蛋白质的合成。

4.3 诱导抗性

某些植物在受到病毒侵染或抗病毒剂激发后能产生一些抗病毒的物质,在受 TMV 侵染的心叶烟中产生一种具有抗病毒能力的含磷糖蛋白,被称为抗病毒因子(AVF),AVF 能抑制病毒的复制。一些诱导剂能诱导 AVF 的产生,如用酵母 RNA(5μg/mg)注射到心叶烟中,可诱导产生 AVF,起到抑制病毒的作用。一些诱导剂可诱导植物合成病程相关蛋白(PRs),从而对病毒产生抗性。其原理是抗病毒剂激发苯丙氨酸解氨酶(PAL)活性,PAL 活性高时将游离的苯丙氨酸生成反式肉桂酸,再进一步转化为香豆素、植保素、木质素和单宁等,表现为防卫反应,同时产生富羟蛋白的积累和有关酶系统的诱发合成,间接参与抗植物病毒病。江山等[27]发现抗病毒剂可以诱导植物产生 PRs,但产生的 PRs 与单纯接种 TMV 的植株在种类和含量上有一定差别,同一种制剂在不同植物上诱导产生的 PRs 种类和含量较多,PRs 中含有病毒复制抑制因子。如从大雄疫霉中分离到的多糖可诱导 PRs 的合成。杜春梅等[29]证实菌克毒克可诱导烟草对 TMV 的抗性。

4.4 类似激素的作用机制

天然植物性抗病毒药剂 VA 对番茄、辣椒、西瓜等作物病毒病有明显的疗效,喷施后表现花叶、卷叶、坏死的植物可以恢复,新叶完全展开。由此推测抗病毒制剂对寄主植物内源激素的含量有一定的影响,目前此类报道较少。

4.5 多方面协调作用

某种抗病毒剂可能通过多方面的作用机制对病毒病害发挥作用,如从大雄疫霉中分离到的一种多糖既可以体外钝化 TMV,也可以直接抑制病毒侵染。还有人认为天然抑制剂可促使寄主表现耐病毒性[1,5,30]。

总的看来,高等植物和微生物代谢产物对植物病毒抑制作用的机制仅限于初步了解,其真正的作用机理还需要进行深入细致的研究。

5 开发抗植物病毒药剂的展望

总的来说,抗植物病毒药剂的研究和开发还处于起步阶段。我国目前登记生产的抗病毒化学药剂有几十种,但是直接作用于病毒的药剂不多,至于人工合成新的抗病毒剂报道更少。因此,从天然物质中开发抗植物病毒剂具有重要的现实意义和广阔的发展前景[30]。今后的研究方向是:(1) 开发抗植物病毒病的农用抗生素:农用抗生素因其具有内吸活性强、安全、低毒、高效、速效等诸多优点,成为各国研究的热点,谁首先开发成功,谁就掌握了市场的主动权。因此,开发抗病毒型农用抗生素已迫在眉睫。(2) 从植物中获取天然抗病毒物质:目前已从中草药中开发出若干行之有效的抗病毒制剂,并且在筛选模式上也有所突破。进一步的研究和开发将会给病毒病的防治带来新的生机。(3) 开发复配制剂:多种抗病毒型生物农药之间或生物农药与化学农药之间进行复配,以期能达到好的防治效果。(4)研究已有的抗病毒型农用抗生素和植物源抗病毒物质的作用机理,明确其作用位点、作用时间,为进一步开发更为高效的新型抗病毒型生物农药提供理论依据和研究手段。

当然,任何一种药剂或防治方法的单独运用在实际生产中都不能完全阻止病毒病的发生和危害。我们只有坚持"预防为主,综合防治"的方针,将生物防治与抗病品种利用、加强栽培管理、化学防治等各项措施相结合,才能将植物病毒病的危害降低到最小限度。

参考文献

1 刘学端,等. 抗植物病毒剂的研究和应用[J]. 国外农学—

植物保护,1994,7(3):8～11.
2 向固西,等. 一种新的农用抗生素—宁南霉素[J]. 微生物学报,1995,35(5):368～374.
3 Baranwal V K & Verma H N. Virus inhibitory activity of leaf extracts from different taxonomic groups of higher plants[J]. Indian Phytopathology,1992(9):402～403.
4 王利国,等. 天然产物对植物病毒的抑制作用[J]. 中国生物防治,2000,16(3):127～130.
5 安德荣,等. 国外植物病毒化学防治的研究现状及问题[J]. 国外科技,1994(6):43～45.
6 Duarte L M L. 天然抑制剂对 PVX 和 PVY^N 的抑制作用[J]. 国外植物保护,1992,5(1):6～8.
7 Choi J K. Inhibition of tobacco mosaic virus infection by the crude sap extracted from *Amaranthaceae* plants[J]. Korean Journal of Plant Protection. 1984,23(3):137～141.
8 Verma H N & Alka Srivastava. A potent systemic inhibitor of plant virus infection from *Aerva sanuguinolenta* Blum [J]. Current Science,1985,54(5):526～528.
9 Kubo S et al. A potent plant virus inhibition found in *Mirabilis Jalapa* [J]. Annals of the Phytopathological society of Japan,1990,56(4):481～487.
10 郭兴起. 大黄提取物对番茄花叶病毒(ToMV)病防治机理的初步研究[J]. 山东农业大学学报,1998,29(2):175～179.
11 Eppler A. Studies on the inhibitory effect of neem (*Azadirchta indica*) on plant virus infections. I Bark, cortex and leaves [J]. Mededelinge van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent., 1993, 58: 1125～1134.
12 Eppler A. Studies on the inhibitory effect of neem (*Azadirchta indica*) on plant virus infections. II. Seeds[J]. Mededelinge van de Faculteit Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent. 1993, 58: 1135～1144.
13 Gupta V P & Naqvi Q A. Inhibitory activities of plant extracts on virus infection[J]. Acta Botanice Indica,1991, 19(1):18～24.
14 Johari A K & Raizada R K. Induction of resistance against tobacco mosaic virus in detached leaves of *Nicotiana tobacum var. Sansum* NN by leaf extract of *Helianthus annus*[J]. Current Science,1983,52(21):1022～1023.
15 Barakat A & Ghnaem H E. Mode of tobacco necrosis virus inhibitors extracted from seeds of *Enterolobium cyclocarpum* and *Phaseolus vulgaris*[J]. Egyptian Journal of Microbiology,1996,31(2):207～219.
16 Hiramatsu A & Kobayashi N & Osawa N. Properties of two inhibitors of plant virus infection from fruiting bodies of *Lentinus edodes* and from leaves of *Yucca recurvilolia* Salisb[J]. Agricultural and Biological Chenistry,1987,51 (3):897～904.
17 Alexandre M A V & Guzzo S D et al. Partial purification of a virus inhibitor from *Silence schafta* leaves [J]. Fitopatologia Brasileira,1997(2):171～177.
18 Stoimenova E. Antiphytoviral effect of strawberry leaf extract on tomato mosaic virus and cucumber mosaic virus in tomato[J]. International conference on plant virology, Apriltsi, Troyan,Bulgaria. 1994,9:10～23.
19 刘学端,等. 植物源农药防治烟草花叶病试验[J]. 湖南农业大学学报,2000,26(3):193～195.
20 史清亮,等. 施用 PSB 菌剂对蕃茄生长发育的影响及其防病(CMV)效果[J]. 山西农业科学,1994,22(增刊),24～26.
21 辛玉成,等. 抑病毒菌素对黄瓜花叶病毒的作用效果初报[J]. 中国生物防治,1999,15(4):185～186.
22 前田浩明. 关于植物病毒抑制剂 Retemin[J]. 今月の农业,1982,26(6):42～47.
23 陈顺,等. 香菇菌多糖防治由病毒引起的马铃薯退化的试验研究[J]. 微生物学杂志,1998,24(2):10～13.
24 吴云峰,等. 生物病毒农药筛选及应用[J]. 世界农业,1995(5):35～36.
25 Yeo, Woonyung. Physico-chemical characteristics and antiviral activity of ASA. An antibiotic produced by actinomycetes B25 [J]. Korean Journal of plant pathology. 1997,13(1):63～68.
26 李重九,等. 植物病毒病选择性治疗药剂的筛选研究[J]. 植物病理学报,1997,27(4):343～348.
27 江山,等. 一些植物病毒制剂对烟草花叶病毒外壳蛋白体外聚合过程的影响[J]. 中国病毒学,1996,11(1):77～79.
28 侯玉霞,等. 中草药中抗植物病毒 TMV 活性物质 PZ_1 作用机理的研究[J]. 中国农业大学学报,2000,5(1):21～24.
29 杜春梅,等. 菌克毒克防治 TMV 药效及其作用机制初探[J]. 中国烟草科学,2000(3):4～6.
30 杨崇实,等. 国内外抗植物病毒制剂的研究现状及应用前景[A]. 全国第三届蔬菜病毒研究及中国植物病毒化学防治研讨会论文选编[C]. 北京:中国农业出版社,1998.

Recent development in research of natural antiphytoviral substances

Du Chunmei[1] Wu Yuanhua[1] Zhao Xiuxiang[1] Zhu Chunyu[1] Jiang Ge[2] Yan Xueming[2]
1 Shenyang Agricultural Univercity, Shenyang 110161
2 Liaoning Provincial Tobacco Company, Shenyang 110014

Abstract

The development in research of natural antiphytoviral substances and their action mechanism is reviewed. At present, the extracts from different parts of various plants were screened for their antiphytoviral activity, some of them have played important roles in agriculture. A number of microorganisms have been shown to secrete or contain some inhibitors that can protect plants from infection of virus. Agricultural antibiotics have become hot research topics and great progress has been made. Little was known about the antiphtoviral mechanism of natural agent and the available results indicated that the inhibitory and interference activity of virus multiplication were attributed to different aspects.

Key words: Natural substances Plant virus Inhibitory effect Action mechanism

(本文正文见第 22 页)

Screening and evaluation of tobacco germplasm resistant to *Ralstonia solanacearum*

Wu Shengxin[1] Fang Shumin[2] Pan Jianjing[3] Lin Hai[4] Chen Shunhui[1] Chen Yusheng[2] Gu Gang[3]
1 Institute of Tobacco Agricultural Science of Fujian, Fuzhou 350003
2 Plant Protection School of Fujian Agricultural and Forestry University, Fuzhou 350002
3 Sanming Branch of Institute of Tobacco Agricultural Science of Fujian, Sanming 365001
4 Jianning Tobacco Company, Jianning 354500

Abstract

260 tobacco cultivars were tested to screen and identify their resistance to *Ralstonia solanacearum* in disease field naturally infectious or inoculated by different bacterium isolates from 1994 to 2001. The results showed that three cultivars G3, Fandi 3 and G6 exihibited the R-LR resistance to three types of bacterium isolates, 12 cultivars including SPG117, OX2028, Yanyan97 exihibited to resistance to type I and type II bacterium isolates and sensitive to type III, 50 cultivars such as K326, K346, G80, RG11 and Coker176 exihibited the resistance to type I isolates and sensitive to type II and type III, the rest exihibited the sensitive grade from MS to HS to type I, including most grown cultivars in China such as NC89, Yunyan 85, CB-1 and Hongda.

Key words: Tobacco germplasm Isolate Resistance *Ralstonia solanacearum*