

MITAIMEISU DE KAIFA
YU YINGYONG

咪肽霉素 的开发 与应用

杜春梅 著

黑龙江科学技术出版社



嘧肽霉素的开发与应用

杜春梅 著

黑龙江科学技术出版社

中国·哈尔滨

图书在版编目(CIP)数据

嘧肽霉素的开发与应用/杜春梅著. —哈尔滨:黑龙江
科学技术出版社, 2005. 3
ISBN 7-5388-4915-7

I. 嘧... II. 杜... III. ①农用—抗生素—开发
②农用—抗生素—应用 IV. S482.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 080104 号

责任编辑 常瀛莲
封面设计 洪 冰
版式设计 汪 涟

嘧肽霉素的开发与应用

MITAIMEISU DE KAIFA YU YINGYONG

杜春梅 著

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451)53642106 电传 53642143(发行部)

印 刷 黑龙江龙新印刷有限公司

发 行 黑龙江科学技术出版社

开 本 850×1 168 1/32

印 张 6.25

字 数 160 000

版 次 2005 年 3 月第 1 版·2005 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1—1 000

书 号 ISBN 7-5388-4915-7/S·634

定 价 16.00 元

前 言

植物病毒病害种类多、分布广，给农业生产造成的损失惨重。但是由于植物病毒对植物细胞的绝对寄生性，病毒复制所需的物质、能量、场所完全由寄主细胞提供的特殊性，给高选择性的化学抗植物病毒剂的研究和开发带来很大困难，长期以来，植物病毒病害防治始终是一个难题。但是几乎每种作物上都有一种以上的病毒病，很多病毒病可以导致作物严重减产，农产品品质降低。为了防治植物病毒病，人们已经进行了多方面的探索和研究。然而由于化学合成药剂毒性大、开发周期长及成本高等缺点，远远不能满足生产的需要。随着绿色农药对环境生态保护的推动作用，生防制剂的开发近年来已成为人们研究的热点。迄今为止，已发现了多种天然产物和微生物具有抑制植物病毒活性，为研制抗病毒制剂开辟了一条崭新的途径。

嘧肽霉素是笔者在沈阳天柱山土壤中分离出的链霉菌菌株 *S.tz* 产生的次级代谢产物，对烟草花叶病毒病、黄瓜花叶病毒引起的病毒病有很好的防效。经过初步鉴定证实，嘧肽霉素是不同于已知的核苷类抗生素的一种新型抗植物病毒农用抗生素，同时由于嘧肽霉素具有低毒、高效、安全性高及与环境相溶性好等优点，符合人们对解决健康安全、环境保护、生态平衡等问题的美好愿望，符合我国可持续农业大力发展绿色食品、有机食品的要求，因此，嘧肽霉素的应用前景可观。

本书主要介绍嘧肽霉素的开发过程，包括其产生菌链霉菌菌株 *S.tz* 的分离、鉴定、高产菌株的选育、摇瓶发酵条件的研究、毒性测定、有效成分的提取、理化性质、抗病机制、防治效果等方面的研究内容和结果。希望本书的出版可以为今后的同类研究能够提供一些借鉴和帮助。同时由于笔者经验不足、时间有

限，本书的内容和方法还存在一些不足之处，敬请各位专家批评指正。

本研究得到国家烟草专卖局专项基金、辽宁省自然科学基金项目和沈阳市科委项目的资助。在本书出版之际，感谢我的导师吴元华教授对我的指导和教诲。

2005 年 1 月于黑龙江大学

杜春梅

目 录

第一章 植物病毒病害生物防治的进展	(1)
第一节 天然抗病毒物质的研究开发	(2)
第二节 利用弱病毒防治植物病毒病害进展	(24)
第三节 遗传工程技术在植物病毒病害生物防治中的应用	(30)
第四节 植物病毒病生物防治的展望	(39)
第二章 目的生防菌株的分离、筛选及鉴定	(47)
第一节 目的生防菌株的分离与筛选	(47)
第二节 目的生防菌株 <i>S. tz</i> 的鉴定	(53)
第三章 高产菌株的选育	(66)
第一节 物理与化学诱变	(66)
第二节 原生质体融合	(73)
第四章 嘧肽霉素的摇瓶发酵条件	(88)
第五章 嘧肽霉素的分离纯化与结构分析	(105)
第一节 嘧肽霉素的分离纯化	(105)
第二节 嘧肽霉素 I 组分理化性质的测定与结构分析	(125)
第三节 嘧肽霉素 I 组分的测定方法	(134)
第六章 嘧肽霉素抗植物病毒的作用机理	(139)
第七章 嘧肽霉素的毒性测定	(153)
第八章 嘧肽霉素的防效试验	(158)
第九章 结论与讨论	(166)
参考文献	(180)



第一章 植物病毒病害生物防治的进展

植物病毒病害种类多、分布广，给农业生产造成的损失惨重，引起了世界各国的广泛重视。但是由于病毒病害的特殊性，植物病毒病害的药剂防治始终是一个难题，长期处于缓慢的低谷状态。但近年来有所突破，一些抗病毒药剂如病毒 A、植病灵等已开始进入实用化阶段。然而化学合成药剂的开发具有周期长、成本高、毒性大等缺点，远远不能满足生产的需要，生防制剂的开发自然而然被提到日程上来，并为研制抗病毒制剂开辟了一条崭新的途径。

目前生物防治已在植物病、虫害防治中取得了卓有成效的进展，但是在植物病毒病害防治领域却是一个薄弱环节。在生物农药方面，国外关于植物提取物、放线菌次生代谢产物抗抑植物病毒的报道虽很多，但均未达到农药登记阶段。在这方面，日本走在了世界的前列，20 世纪 70 年代日本登记了香菇菌发酵液商品名为 Rentemin。我国研究人员也从生防制剂的角度开展了抗植物病毒药剂的研制工作，直到 20 世纪 80 年代末，我国才开发出香菇蛋白多糖。1997 年，抗病毒农用抗生素宁南霉素获得了临时登记，这是我国惟一用于植物病毒病害防治的农用抗生素。在交互保护的应用方面，虽仍有争议，但弱病毒在植物病毒病害防治上的应用技术也日臻完善，同时生物技术的迅猛发展，为植物病毒病害的生物防治赋予了新的内涵。

近年来，随着公众对生物农药需求的呼声不断提高，加之生物防治顺应了时代的潮流，符合绿色食品的要求，植物病毒病害的生物防治目前倍受关注，成为世界各国的研究热点，并已取得了一定的成就。现将植物病毒病害的生物防治研究进展综述

如下:

第一节 天然抗病毒物质的研究开发

为了更有效地防治植物病毒病的发生和危害,国内外进行了大量的研究工作,从高等植物、藻类、细菌、真菌的代谢物,甚至从昆虫和哺乳动物中进行了广泛的筛选,目前已发现了一些行之有效的抗病毒制剂。

1 植物源抗病毒物质

早在 19 世纪初人们就已认识到植物组织的抽提物对病毒有抑制作用,迄今已有近 100 年的研究历史,截止到 1988 年,已发现有 180 多种来自不同科的被子植物具有强烈抑制植物病毒浸染的作用 (Baranwa, V.K., 1988)。以后又陆续有新的发现,它们大多分布在商陆科、藜科、苋科、石竹科、紫茉莉科、豆科、百合科、蓼科等植物中 (王利国等, 2000)。

1.1 商陆科 (*Phytolaccaceae*) 植物

1914 年, Allard 首次报道商陆 (*Phytolacca acinosa* Roxb.) 的汁液中存在烟草花叶病毒 (Tobacco mosaic virus, TMV) 和黄瓜花叶病毒 (Cucumber mosaic virus, CMV) 抑制物, 商陆上的 TMV 和 CMV 可以擦伤接种商陆, 而不能接种浸染烟草和黄瓜; 1925 年 Duggar 和 Arnustrong 从商陆上发现一种抗病毒物质, 由此引起一系列研究。Kassanis & Klezckowski (1948) 报道美洲商陆 (*Phytolacca americana*) 中含有的钝化物质是一种分子质量为 13 000 的糖蛋白; Wyatt (1969) 与 Tomlinson (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, 这 3 种蛋白并不完全一样。Irvin (1975, 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。1977年 Grasso 初步研究了美洲商陆抑制南方菜豆花叶病毒 (Southern bean mosaic sobemovirus, SBMV) 和豇豆花叶病毒 (Cowpea mosaic comovirus, CPMV) 的作用机制：他将 PAP 分别和 SBMV, CPMV 先后接种在菜豆和苋色藜上，结果表明 PAP 对这两种病毒都起到抑制浸染的作用，这种作用的程度因使用 PAP 的浓度或接种顺序及使用间隔时间的长短而异；如果将 PAP 和 SBMV 混合后接种，则不发生浸染，说明 PAP 起的是一种钝化作用；如果将混合后的病毒用加含生理盐水的 PBS 洗涤，并用离心法将病毒沉淀下来，那么这种除去了钝化物质的病毒，可以部分地恢复其浸染力；若在植株上先施这种钝化蛋白而在短时间后再接种病毒，也能显示一定的抑制作用。因此认为，PAP 在病毒浸染的初期能部分地干扰病毒粒子的增殖。在活体外这种蛋白显然和病毒产生了离子键而结合了起来，从而使病毒不能浸染。此后日本报道，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 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。

3

1.2 藜科 (*Chenopodiaceae*) 植物

在藜科植物中也发现具有钝化病毒的物质，如菠菜 (*Spinacia oleracea*)、甜菜 (*Beta vulgaris*) 的压出液都能抑制 TMV，使 TMV 在心叶烟 (*Nicotiana glutinosa*) 上不能产生坏死斑。Kuntz & Walker (1947) 发现菠菜的抽提物在稀释到 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蓝花叶病毒 (Cabbage mosaic virus)。经研究发现，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；另一种是不耐热的，易受 95% 乙醇的破坏，过酸 (pH 为 3) 及过碱 (pH 为 9.5 以上) 亦失去活性，分子质量大，不能通过透析的蛋白质类物质。吴元华等 (1989) 的研究结果表明，菠菜原液对 TMV 的抑制率达 98.5%，其有效成

分是一种蛋白质类物质。1974 年, 谷口武等从灰藜 (*Chenopodium album*) 中分离出一种能钝化 TMV 的物质, 用核糖核酸酶、链霉蛋白酶 (Pronase) 或氯仿来处理, 也不能破坏它的作用, 说明它不是多糖类物质。Alberghina (1976) 从苋色藜 (*Chenopodium amaranticolor*) 中分离到一种抑制烟草坏死病毒 (TNV) 的物质, 这种物质同 TNV 混合接种或在 TNV 接种前半小时施用, 可以阻抑病毒浸染。这种物质既耐干燥又不能透析, 也不受胰酶、胰凝乳蛋白酶或链霉蛋白酶的降解, 但在 60℃ 下能稳定, 因此认为这种物质的钝化机制主要是封闭了表面细胞的感受点, 使病毒无法侵入。林存奎 (1987) 发现小藜 (*C. serotinum* L.) 对病毒 TMV-T 有抑制复制和体外钝化作用。裘维蕃等 (1987) 证明小藜的抽提液对番茄花叶病毒 (Tomato mosaic virus, ToMV) 有较强的抑制作用。Duarte (1990) 证明红叶藜 (*C. rubrum* L.) 对马铃薯 X 病毒 (Potato X potexvirus, PVX) 的抑制率可达 40% 以上, 恢复实验表明无症状植株不带毒。而红叶藜对马铃薯 Y 病毒 (Potato Y potyvirus, PVY) 治疗效果甚微。另外, 红叶藜可以抑制 TMV-Leg 的系统感染, 但对菜豆金黄花叶病毒 (Bean golden mosaic virus, BGMV) 无效。另外, 昆诺藜 (*C. quinoa*)、灰藜 (*C. album*) 等植物抽提液, 对 TMV 均有一定的抑制作用 (高必达, 1991)。

1.3 苋科 (*Amaranthaceae*) 植物

有些苋科植物的抽提物也能抑制病毒, Choi, J.K. (1984) 研究表明, 有 6 种苋科植物的粗提物都能降低 TMV 浸染心叶烟造成的枯斑数。Verma, H.N. & Srivastava Alka (1985) 研究表明, 苋科植物白花苋属的 *Aerva sanguinolenta* 的叶片中含有强抗病毒活性的物质, 在所有的寄主病毒测试组合中 (包括 *Nicotiana glutinosa* - TMV, *Cyamopsis tetragonoloba* - SRV, *Datura stramonium* - TMV, *Datura metel* - TMV, *Nicotiana tabacum* variety Samsan NN - TMV), 该物质和病毒混合后, 抑制率

均可达 97%~100%。同时挑战接种表明, 该物质对病毒的防治具有系统性和长期性, 1 h 内, 可从下部处理的叶片转移到上部未处理的叶片, 4 h 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; 瓜儿豆属的 *Cyamopsis tetragonoloba* 和曼陀罗在喷施该物质后 1~7 d, 机械接种菽麻丛簇病毒 (sunn-hemp rosette virus, SRV) 或 TMV 防效仍可达 80%~100%。因此, 该提取物具有很好的开发潜力, 值得进一步研究探讨。莲子草属 (*Alternanthera* Forsk) 中莲子草 (*A. pungens* H.B.k.) 的根和叶抽提液, 对豌豆花叶病毒 (Pea mosaic virus, PeMV) 有一定的抑制作用。

1.4 石竹科 (*Caryophyllaceae*) 植物

麝香石竹 (*Dianthus caryophyllus* L.) 对 TMV 和烟草环斑病毒 (Tobacco ringspot nepovirus, TRSV) 有抑制作用。香石竹提取液中的这种钝化物质相当于菠菜压出液中的第二类。它能与 TRSV 在活体外结合, 使病毒钝化; 它分子质量较大, 不能通过透析; 抗干燥, 80℃ 下能失活。苞石竹 (*D. barbatus* L.) 的种子抽提物可抑制苋色藜上由烟草花叶病毒普通株系 (TMV-OM) 和 PVX 引起的局部病斑的发展。羽裂石竹 (*D. plumarius* L.) 对 TMV 具有明显抑制作用。威廉氏石竹 (*D. barbatus* L.) 上的 TRSV 可以在这种石竹上用汁液接种, 而不能接种到黄瓜、曼陀罗和金鱼草 (*Antirrhinum majus* L.) 上。

1.5 紫茉莉科 (*Nyctaginaceae*) 植物

久保进 (1985) 发现紫茉莉 (*Mirabilis jalapa* L.) 的根及叶的磨碎液有抗植物病毒的活性, 其活性物质为分子质量 24 200 蛋白质 (Mirabilis antiviral protein, MAP)。Susumu 等从紫茉莉汁液中提取的 MAP, 对 TMV, PVY, CMV 均有明显的抑制作用。当 MAP 的浓度为 0.8 $\mu\text{g/mL}$ 并于接种前 24 h 施用, 对病毒的防治效果好, 可使植株产生系统抗性, MAP 能抑制植物病毒

的系统浸染。研究表明, 这种作用可能是寄主导向作用 (host-mediated action) 所致。Hirai (1977) 和 Kubo (1990) 认为其作用机制是抑制物改变了叶部细胞的代谢, 从而使进入寄主的病毒无法增殖。但是植物病毒——病毒抑制物的混合物稀释后, 抑制作用就被解除, 即抑制物使病毒产生的聚集作用是可逆的。Duarte 等 (1990) 发现紫茉莉叶浆能抑制 PVX 和 PVY^N 的交互感染, 叶子花属 (*Bougainvillea Comm. Ex Juss*) 的光叶子花 (*Bougainvillea glabra choisy*) 对 PVX 的抑制率可达 40% 以上。恢复实验表明, 无症植株不带毒。

1.6 豆科 (*Leguminosae*) 植物

菜豆 (*Phaseolus vulgaris*) 种子在成熟过程中能产生一种钝化物质。Cheo (1955) 观察到将菜豆种子的抽提液加入南方菜豆花叶病毒 (SBMV) 中, 可抑制其感染力, 并指出成熟种子的抽提液比未成熟种子的抑制作用强。已成熟的及发芽的种子的抽提液有更大的钝化或抑制作用。在菜豆的一个品种 (改良大手亡) 的提取液中, 可以分出两个组分: S1 和 S2, S2 在 100 °C 下处理 6 min 后又分离出 Sh1 与 Sh2 两个组分。这些组分在菜豆上有 80% 的抑制作用。Media and Grogan (1961) 观察到菜豆的胚和种皮抽提液, 对菜豆花叶病毒 (Bean common mosaic potyvirus) 及菜豆黄花叶病毒 (Bean yellow mosaic potyvirus) 均有抑制作用。Barakat, A. & Ghanem, H.E. (1996) 发现, 象耳豆 (*Enterolobium cyclocarpum*) 和菜豆含水种子抽提物, 能抑制 TNV 引起的枯斑, 表明这两种植物来源的抑制物不是直接作用于病毒, 而是通过阻止病毒粒子附着浸染位点, 从而阻止病毒进入寄主细胞。大豆 (*Glycine max*)、扁豆 (*Dolichos lablab*) 的叶片和荚果也具有抗病毒物质。甘草 (*Glycyrrhiza glabra Fisch.*) 的茎、叶、根的抽提物, 对 TMV 及茄坏死病毒都有较好的作用。四棱 (*Psophocarpus tetragonolobus*) 的茎秆提取物, 对水稻东格鲁病毒病有一定的防治效果。

1.7 药用植物

有很多药用植物体中内有抗病毒的物质, 裘维蕃、林存鑫、朱水芳、赵培洁、苏家玖等从 500 余种中草药中筛选出近 30 种中草药, 对 TMV, TuMV, CMV 有明显治疗和保护作用。如板蓝根 (*Forsythia suspense* Vahl.)、贯众 (*Cyrtomum fortunei* J.Sm)、金银花 (*Lonicera japonica* Thunb.)、柴胡 (*Bupleurum scorzonrifolium* Willd)、鱼腥草 (*Houttuynia cordata*)、黄芩 (*Scutellaria baicalensis* Georgi.)、大黄 (*Rheum officinale* Baill)、地锦 (*Euphorbia humifusa* Willd.)、萝藦 (*Metaplexis japonicus* (Thunb.) Makino)、穿心莲 (*Andrographis paniculata* (Burm.f.) Nees)、紫草 (*Lithospermum erythrorhizon* Sieb.et Zucc.)、天花粉蛋白 (Trichosanthin, TCS)、连翘 (*Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl) 等。朱水芳 (1986) 证明, 连翘、大黄、板蓝根接种前 72 h 和接种后 24 h 喷施疗效均在 90% 以上, 病毒浓度下降 60% ~ 70%。王启燕 (1988) 证明, 板蓝根水浸液对病毒 TMV 浸染心叶烟枯斑减少 80% 以上。板蓝根乙酸抽提物表现为枯斑数降低 90% 以上, 表现为诱导抗性。熊克娟利用板蓝根注射液于接种前 24 h、接种时、接种后 24 h 喷药, 对 TMV 引起的油菜病毒病防效依次为 88%, 90%, 80%。但板蓝根对油菜有副作用, 可使油菜发生蕨叶现象。郭兴启 (1998) 发现大黄提取物, 对 ToMV 粒体具有钝化作用。该物质不仅改变了植株体内 ToMV 的含量, 而且还影响其症状的表现。丁群 (1993) 等在接种 ToMV 8 h 后把大黄酸、大黄素喷施于珊西烟草上, 则枯斑面积减少 51%, 在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。从黄细心 (*Boerhavia diffusa*) 中分离到的一种糖蛋白能抑制植物病毒的系统浸染。Awasthi, L.P. (1984) 报道, 成熟黄细心的根抽提物能有效抑制烟草上的 TMV、番茄上的 CMV 和 TMV 等。印度科学家分别从臭牡丹 (*Clerodendron fragrans*) 的叶中和黄细心的根中提取出两种

抗病毒物质 CF-SRI 和 BD-SRI, 对防治 ToMV 有显著效果。Selvaraj (1991) 发现蒺藜 (*Tribulus terrestris*) 种子、黄荆 (*Vitex cannabifoli*)、长春花 (*Catharanthus roseus* (L.) G. Den) 叶抽提物及白粉藤 (*Cissus repens*) 的茎秆提取物, 对水稻东格鲁病毒病有一定的防治效果。赵培洁 (1986) 研制的抗病毒制剂 AZ-1 和 AZ-2, 分别对 TMV, CMV 和 TuMV 有预防浸染和抑制病毒复制的作用; AZ-3 具有广谱性, 对上述 3 种病毒均有抑制作用。“912 钝化剂”是由中草药制成的抗病毒制剂 (樊木贞, 1992), 它在体外对 TMV 与 CMV 有钝化作用, 对辣椒病毒病防效为 39.8%~53.7%, 可增产 11.6%~18.3%。刘学端 (1997) 等利用商陆、甘草、连翘等几种中草药植物配制成的 MH11-4 可湿性粉剂, 对 TMV, CMV 有强烈的体外钝化作用, 并能明显抑制烟株体内 TMV, CMV 增殖, 且有诱导抗性的作用。吴云峰 (1998) 从 62 种药用植物中抽提出多羟基双萘酚 (CT)、类槲皮素 (EK)、类黄酮 (EH), 这 3 种物质对 TMV 有抑制作用。Gupta, V.P. & Naqui, Q.A. 1991 年报道, 乌头 (*Aconitum heterophyllum*)、印楝 (*Azadirachta india*) 和蛇木根 (*Rauvolfia serpentina*) 等 7 种植物的叶片、根、茎、皮、种子、果实、地下茎的抽提物, 能显著降低茄子坏死花叶病毒 (brinjal necrotic mosaic virus) 在 aubergines 上引起的枯斑数和系统浸染。这些活性物质抗病毒的强度与施用的时间有关, 在接种前 24 h 施用防治效果最好, 而在 24 h 之前随着时间的延长, 防病效果降低; 同样在接种病毒后施用, 其防治效果也显著下降, 而且当这些植物提取物被调至过酸或过碱时, 其抗病毒的能力受到破坏。印楝还被认为是一种神奇树, 用途多种多样, 有广为人知的药用价值和杀虫特性, 其叶片提取物作为一种抗病毒剂已形成产品开发出来。

1.8 其他植物

Hiramatsu, A. 等 (1987) 和 Takanami (1990) 报道, 从百



百合科的弯叶丝兰 (*Yucca recurvifolia salisb*) 叶片中分离到的弯叶丝兰叶蛋白 (*Yucca leaf protein, YLP*), 虽然对病毒粒子没有聚集作用, 但对植物病毒仍有较强的抑制活性。据报道, 百合科的玉簪 (*Hosta plantaginea (Lam. Aschers)*)、芦荟 (*Aloe vera var. Chinensis*)、洋葱 (*Allium cepa*) 对植物病毒也有一定的抑制作用。马齿苋科 (*Portulacaceae*) 的红花马齿苋 (*Portulaca splendens*) 对 PVX 的抑制率可达 40% 以上, 马齿苋 (*Portulaca oleracea*) 对 TMV 等也有一定的治疗和保护作用。阿拉伯相思树 (*Acacia arabica*) 的抽提物能在活体外抑制 PVX, 它能抗热, 可透析, 其成分为儿茶酚、栲精 (quercetin) 及鞣酸。从雪松 (*Cedrus deodara*) 的叶片中分离到一种蛋白质类物质, 用 0.5% 浓度就能不可逆的钝化 PVX。Kubo (1990) 从木犀科的茉莉花 (*Jasminum sambacum*) 中也分离到一种能有效阻止植物病毒传播的抗病毒蛋白质。Alexandre, MAV 等从雪轮 (*Silene acafta*) 中提取的病毒抑制物是一种分子质量为 32 000 的蛋白质, 该物质在极低浓度 13.6 $\mu\text{g/mL}$ 时起作用。Stoimenova, E. (1994) 研究表明, 草莓 (*Fragaria ananassa Duchesnea*) 叶的抽提物含有单宁类物质, 能阻止 ToMV 和 CMV 在寄主植物中增殖。正在开花和结果的水茄 (*Solanum torvum*) 叶中含有的茄碱对病毒有抑制作用。苔藓植物的抽提液也含有钝化 TMV 的一种蛋白质类物质, 其中以一种泥炭藓 (*Sphagnum compactum*) 的作用最大。Kothyari, B.D. (1997) 研究了 31 种苔藓, 表明它们能抑制 TMV 和 TRSV, 其中以 *Pellia epiphylla* 的作用最为明显。蕨类植物 (*Ampelopteris prolifera*) 叶片浸提物喷施于寄主叶面后, 显示了对 CMV 和 TMV 较强的抑制作用, 其预防作用较大, 而治疗作用却很小。Kubo 等 (1973) 报道并注册了一种称之为 Mazanon 的抗病毒农药, 是从海生植物中提取的海藻酸盐的多聚体。证明其汁液抽提物对病毒有抑制作用的植物还有: 茄科的曼陀罗 (*Datura stramonium*)、辣椒 (*Capsicum annum*)、烟草

(*Nicotiana tobacco*)、番茄 (*Lycopersicon esculentum*)、地骨皮 (枸杞 *Lycium chinensis* Mill.); 菊科的百日草 (*Zinnia elegantis* Jacq.)、红花 (*Carthamus tinctorius* L.)、向日葵 (*Helianthus annuus*)、蒲公英 (*Taraxacum mongolicum* Hand.Mazz.)、茵陈 (*Artemisia capillaris* Thunb.)、翠菊 (*Callistephus chinensis* Nees); 蓼科的酸膜 (*Rumex crispus*)、戟叶酸膜 (*Rumex hastatus*)、虎杖 (*Polygonum cuspidatum* Sieb.et Zucc.); 棕榈科的棕榈树 (*Trachycarpus fortunei*)、槟榔 (*Areca catechu* L.); 十字花科的庭荠 (*Alyssum* sp.)、油菜 (*Brassica campestris*); 以及石榴 (*Punica granatum* L.)、麦仙翁 (*Agrostemma githago*)、钩粉草 (*Pseuderanthemum*)、紫杉 (又名东北红豆杉 *Taxus oospidata* Sieb.et Zucc.)、葡萄 (*Vitis vinifera* L.)、印度海葱等。

1.9 植物油

印度的 Rao.G.P 研究测试了几种高等植物精油对某些豆类植物病毒的抗性。其结果表明, 从菊科的零陵香 (*Anaphalis hancockii* Maxim.) 嫩枝中提取的精油在 3 000 mg/kg 的浓度时对病毒有抑制作用, 对红豆花叶病毒抑制率为 89.6%, 对绿豆花叶病毒抑制率为 91.0%, 对菜豆普通花叶病毒抑制率为 92.7%, 对南方菜豆花叶病毒抑制率为 88.2%。张秀华 (1976) 报道, 用玉米油能抑制 TuMV 的蚜虫传播, 但因为溶油不过关, 没有形成生产力。新疆报道, 用 0.1% 棉子油能抑制哈密瓜病毒病。天津植保所 (1989) 研制了 50% 病毒 1 号 (玉米油)、病毒 2 号 (蓖麻油) 乳油, 在苗期预防可使油沿着蚜虫口针刺破部位渗入植物组织, 使病毒在浸染部位受到干扰而起到防病作用, 防效达 79.85%~89.79%。Smail, M.H. (1994) 报道, 一些植物精油能抑制 PVY, 其中以香茅 (*Cymbopogon citratus*) 的抑制能力最高, 其次是牯牛儿苗科 (*Gaeraniaceae*) 的香叶天竺葵 (*Pelargonium graveolens*)、天竺葵 (*Pelargonium hortorum* Bailey);

唇形科的留兰香 (*Mentha spicata* L.) 和辣薄荷 (*Mentha piperita*)。

现将上述各类植物归纳于表 1-1。

表 1-1 已报道的具有抑制病毒作用的植物

来 源	作用对象	发表作者	报道年
美洲商陆 (叶、种子)	TMV	Kassanis & klezckowski	1948
曼陀罗	TMV	Reunov, A.V.	1976
印楝		Kciichi Tomarn	1987
菠菜叶片	TMV	Kal, F.	1987
甜菜	PVX	Schuster, G.	
灰藜	TMV	谷口武等	1974
苋色藜	TNV	Alberghina	1976
黄细心	TMV, CMV	Awasthi	1984
紫茉莉	TMV, CMV	久保进	1985
茉莉花	TMV, CMV	Susumu Kubo	1990
麝香石竹	TMV, TRSV	裘维蕃	1984
须苞石竹	TMV-OM	谷口武	1980
羽裂石竹	TMV	高必达	1991
光叶子花	PVX, PVY ^N	Duarte	1990
菜豆	TNV	Barakat	1996
象耳豆	TNV	Barakat	1996
大豆	TMV	Kiho	1979
扁豆 (夹果)	TMV	Kobayshi, N.	1987
扁豆叶片	TMV	Hiramatsu, A.	1987
苋科植物	TMV	Choi, J.K.	1984
<i>A. sanjguinolentablum</i>	SRV	Verma, HN; Srivastava ALKA.	1985
阿拉伯相思树	PVX	Gupta, V.K.	1971
雪松	PVX	Singh, V. & Singh, R.A.	1978
戟叶酸模	PVX	Singh, R.A.	1977
水茄	TMV	Roychoudhury, R.	1984
百合科植物	TMV	Abid Alikhan	1992
洋葱	TMV, PVX	Fahmy, F.G.	1984
印度海葱球茎	TMV, PVX	Abid M.M.	1992
向日葵 (叶)	TMV	Johari, A.K.	1983
草莓 (叶)	ToMV, CMV	Stomenova, E.	1995